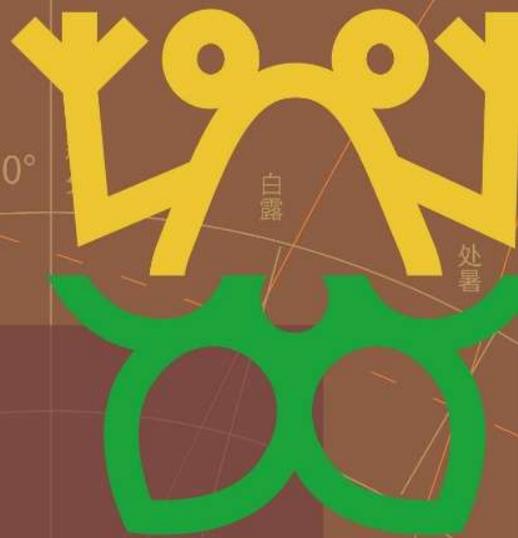




鸭先知  
气候响应台  
DUCK KNOWS  
CLIMATE RADIO  
农户行动



# 节气的时差

多元农业经营主体  
气候变化认知与适应策略案例研究



## 报告主要作者

### 陕西省调研案例

刘杰 陕西师范大学国际商学院 副教授

### 重庆市调研案例

刘杰 陕西师范大学国际商学院 副教授

### 河北省调研案例

刘娟 中国农业大学人文与发展学院 副教授

### 气象数据分析

任玉玉 中国气象局气候中心正研级高级工程师

王丽岩 北京风云气象科技发展有限公司高级工程师

### 报告统稿

刘杰 陕西师范大学国际商学院 副教授

李朝 绿色和平气候项目资深研究员

刘君言 绿色和平气候与能源项目经理

陕西师范大学：闫涵、元怡宁、温淑绮、王佳音、刘萌霏、席紫月、李林珂、陈政吉；中国农业大学：郭珂君、彭梓怡、黄鑫雅、台宝君、路耕、路非凡、王韵然对研究亦有贡献。

## 致谢

感谢在调研和报告撰写过程中提供支持的各位农友和伙伴。

案例调研支持| 张涛、肖宗贵、王永刚、郑典、谭崇明、张健

食通社| 常天乐 孔令钰 王昊

绿色和平| 王珏、马倩儒、王赫、严荼、王宇宁、高云邻

## 著作权和免责声明

本报告由绿色和平和陕西师范大学国际商学院基于在陕西省取得的临时活动备案共同发布。阅读本报告即表示您已阅读、理解并接受下列著作权和免责声明条款的约束。请认真阅读。

#### 著作权声明

本报告由绿色和平和陕西师范大学国际商学院联合发布，绿色和平和陕西师范大学为本报告的合法著作权所有人。

#### 免责声明

绿色和平东亚分部（简称为“绿色和平”）致力于以实际行动推进积极改变，保护地球环境并为创造绿色及和平的未来提出解决方案。本报告仅用于政策参考、信息共享和环保公益目的。为保护受访者隐私，报告中所涉及县（县级市）、区、镇、街道、村庄及受访企业及个人信息均为化名。由于信息获取渠道的局限性，绿色和平、陕西师范大学不对报告中所含涉信息的及时性、准确性和完整性作任何担保。

# 目 录

前 言.....	1
一、 黄土高原旱作农业区苹果生产气候适应案例 陕西渭源县调查 .....	3
(一) 陕西省渭源县苹果产业概况 .....	3
(二) 调研案例地区社会经济发展概况 .....	5
(三) 气候变化背景下渭源县区域气候特征 .....	9
(四) 渭源县苹果种植农户气候变化感知 .....	12
(五) 气候变化对渭源县苹果种植农户的影响 .....	15
(六) 渭源县苹果种植农户气候适应实践 .....	16
(七) 苹果种植业气候适应策略实施的挑战及未来出路.....	22
二、都市农业转型发展的气候适应案例 重庆雾江区调查.....	26
(一) 重庆市雾江区农业产业概况 .....	26
(二) 雾江区区域气候特征 .....	29
(三) 气候变化对雾江区农业生产影响 .....	37
(四) 雾江区气候适应实践 .....	41
(五) 雾江区适应气候风险实践面临的挑战 .....	45
(六) 对策建议 .....	46
三、华北山地丘陵旱作农业区气候变化适应策略 基于河北省千山县三个案例的微观 实践分析.....	49
(一) 河北省千山县自然地理与社会经济结构 .....	49
(二) 传统种养小农户的气候风险感知与应对实践.....	59
(三) 综合性生态园区面临的气候风险与应对选择 .....	70
(四) 樱桃产业气候变化应对实践中的市场与技术导向 .....	75
(五) 应对气候变化的微观实践及其启示.....	84
四、报告结论与研究建议.....	91
(一) 报告核心结论 .....	91
(二) 报告建议 .....	94
附录：术语表.....	96

# 前言

气候变化已成为 21 世纪人类面临的最严峻挑战之一，农业作为高度依赖自然资源的产业，首当其冲受到气候变化的冲击。无论是种植业、畜禽养殖业、林业、渔业和水产养殖业以及涉农文旅观光产业，大都具有高度的气候敏感性。极端天气事件频发、气温升高、降水模式改变等气候变化现象，对农业生产、农户生计以及粮食安全构成严重威胁。不同类型的农业生产经营主体正面临着气候变化所带来的多重压力和风险。

目前，全球范围内不同区域、不同行业 and 不同层面实施了很多减缓和适应气候变化的方案；不同领域和不同类型的农业生产经营主体也已经自主采取了一些趋利避害的措施。但总体上看，当前全球农业适应气候变化的规模还不足以支撑农业的可持续发展和联合国可持续发展目标的实现，也不足以完全抵消气候变化给农业生产经营带来的潜在负面影响。

对于中国而言，农业不仅是国民经济的基础，更是关乎粮食安全和社会稳定的关键经济部门。中国作为全球最大的农业生产国和消费国，农业生产的脆弱性尤为突出。据应急管理部统计，2024 年，全国气象灾害造成农作物受灾面积 1005.8 万公顷，死亡失踪 840 人，直接经济损失 3971.0 亿元。其中，全国暴雨洪涝受灾面积占气象灾害总受灾面积的 60%，干旱占 11%。与近十年（2014-2023 年）均值相比，农作物受灾面积和死亡失踪人数分别减少 45.8%和 2.8%，直接经济损失增加 25.9%。<sup>1</sup>。

面对气候变化带来的复杂挑战，提升“三农”领域适应气候风险的能力迫在眉睫。2022 年 5 月印发的中国《国家适应气候变化战略 2035》强调了农业与粮食安全是中国经济社会系统适应气候变化的首要领域。气候变化对农业影响与适应策略也被列为中国现代农业发展中的基础性和前瞻性的八个重大战略问题之一，气候适应已经成为保障粮食安全、改善农户生计、促进乡村振兴战略实施的重要抓手。在气候变化与资源约束双重压力下，推动农业适应能力提升，不仅是对农户生计的保障，更是实现国家粮食安全、乡村振兴和“双碳”目标实现的必然选择。2025 年中央一号文件《中共中央 国务院关于进一步深化农村改革 扎实推进乡村全面振兴的意见》将农产品供给保障能力置于首位，强调气候变化冲击下的粮食安全问题，并在科技创新、防灾体系构建及生态治理等维度设计了系统化应对方案，体现出中国农业政策设计已经融入气候适应思维。

一方面，作为对气候变化高度敏感的人群，农户并非被动承受，而是积极采取各种适应策略以减轻其负面影响。这些适应策略包括调整种植结构、改进灌溉技术、寻求非农就业等。然而，很多适应方案仍缺乏有效的经济激励、相应的政策支持和广泛的社会响应。与此同时，

---

<sup>1</sup> 中国气象局国家气候中心. 中国气候公报（2024）. 中国气象局，2025, [https://www.cma.gov.cn/zfxxgk/gknr/qxbg/202503/t20250302\\_6886935.html](https://www.cma.gov.cn/zfxxgk/gknr/qxbg/202503/t20250302_6886935.html)

受限于资源禀赋、知识水平、政策环境等因素，农户的适应能力存在差异，适应效果也参差不齐。

另一方面，由于气候变化影响的复杂性和系统性，叠加不同自然条件和种植品类以及农业社会经济结构的多样性，对不同区域不同农业经营主体选择恰当的适应策略带来挑战。目前以宏观视角出发的相关研究并不能系统深入的反映不同农业经营主体面临的气候风险差异和适应行为差异，更难以形成具有针对性的实践指导和政策建议。深入研究气候变化对农户生计的影响，探讨农业经营主体对气候变化的认知、已经采取的适应策略以及能力缺口，连接宏观与微观层面适应气候变化的理念与实践，加强科学技术与地方性知识以及更广泛的社会政治层面的互动，对于农业领域探寻公正的、可持续的气候变化应对方案至关重要。

本研究以黄土高原旱作农业区的陕西省渭源县、长江经济带上游发展都市农业的重庆市雾江区以及华北山地丘陵旱作农业区的河北省千山县作为主要考察区域，选择地区内传统小规模种植农户、规模化种植农业合作社以及适度规模经营农业企业为案例调研对象，采用主要基于实地研究的观察法与面对面访谈等方式收集一手资料，辅以其他文献史志资料开展多案例研究。本研究采用 1971-2024 年气象观测站点数据<sup>2</sup>对案例区域整体气候特征进行分析，并针对特定作物生育期的典型气候灾害指标进行深入的专项研究，以期更真实反映农业生产受到的气候变化影响。

实地调研阶段后，研究团队集中整理了访谈文字，撰写研究案例，力求更加直观、深入地总结小农户与新型农业经营主体对气候变化感知与适应的典型特征与差异，深入剖析不同农业生产经营主体适应气候变化行为的内在逻辑，推广有效的实践案例和应对机制，为提升农业经营主体气候变化适应能力和农业气候韧性提供科学支撑。

---

<sup>2</sup> 中国地面基本气象观测数据，数据来源：国家气象信息中心

# 一、黄土高原旱作农业区苹果生产气候适应案例 陕西渭南市调查

## 陕西省渭南市调查组

### (一) 陕西省渭南市苹果产业概况

苹果产业是中国农业经济的重要组成部分。中国是全球最大的苹果生产国和消费国，苹果产量占世界总产量的 57.6%，位居世界第一<sup>3</sup>。根据农业农村部数据，2022 年全国苹果种植面积超过 3000 万亩，产量逾 4700 万吨<sup>4</sup>，苹果种植不仅是产区农民增收的支柱产业，还带动了加工、仓储、物流等产业链发展，创造大量就业岗位，带动了农业增效、农民增收和农村繁荣。

苹果主产区集中在陕西、山东、甘肃、山西等北方省份，其中陕西苹果产量连续多年位居全国首位。据陕西省统计年鉴数据显示，苹果产量自 1978 年的 9.92 万吨增加值至 2022 年的 1302.71 万吨。2022 年，陕西省苹果面积 924.10 万亩，占全国比重约 31.07%，产量 1302.71 万吨，在全国比重约 27.03%。从产值来看，2022 年陕西省苹果产值达到 777.08 亿元，比上年增加 117.08 亿元。苹果作为陕西省面积最大、产量最高的品类，其在全省园林水果总面积、总挂果面积、总产量中的比重均超 50%。此外，陕西省 30 个苹果基地县每年的苹果面积、产量在全省比重均在 75%以上，2022 年 30 个苹果基地县苹果面积合计约 698.29 万亩，在全省比重约 75.6%、在全国比重约 23.49%，产量合计约 1079.23 万吨，在全省比重约 82.8%、在全国比重约 22.38%<sup>5</sup>。

---

<sup>3</sup> 王壹. 中国苹果产量蝉联世界第一. 农民日报, 9 Nov. 2024, [www.farmer.com.cn/2024/11/09/99969401.html](http://www.farmer.com.cn/2024/11/09/99969401.html).

<sup>4</sup> 林碧锋. 我国苹果产业助力乡村振兴成效显著. 中华人民共和国农业农村部, 24 Oct. 2023, [www.moa.gov.cn/xw/qg/202310/t20231024\\_6439030.htm](http://www.moa.gov.cn/xw/qg/202310/t20231024_6439030.htm).

<sup>5</sup> 主要数据来源于《农小蜂：2023 年陕西省苹果产业基地数据分析报告》

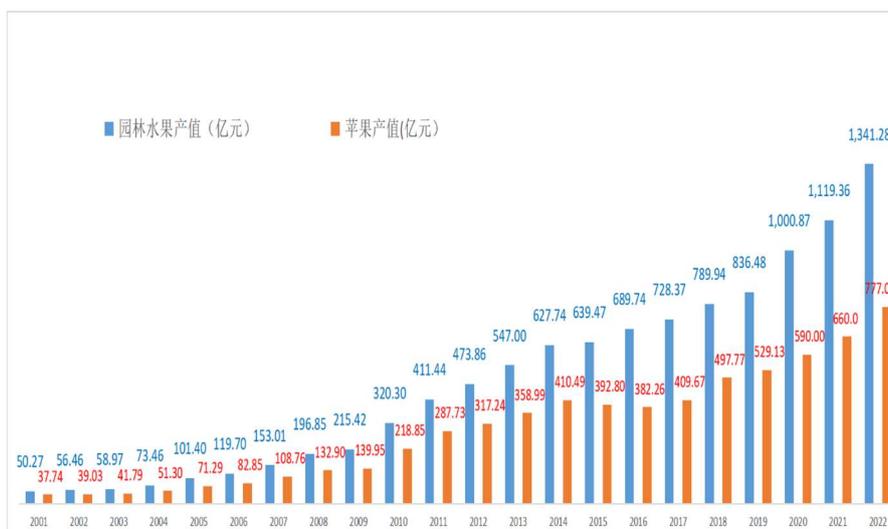


图 1-1 2001-2022 年陕西省园林水果（苹果）第一产业产值变化情况

数据来源：山西省果业中心

渭源县（原渭源县），苹果种植历史悠久，是陕西省苹果产业的关键基地。渭源县先后荣获“中国苹果 20 强县（市）”、“中国果品之乡”等称号，果业已经成为群众增收致富的支柱产业。近年来，渭源县苹果产业呈现出规模收缩态势，从 2020 年 19344 公顷，增加到 2021 年 19696 公顷，再到 2023 年缩减至 19276 公顷。但是苹果产量从 2020 年 37.88 万吨，增加至 2021 年 42.33 万吨，再增加至 2023 年 46.65 万吨<sup>6</sup>。这种变化反映了产业发展逐渐趋于理性，从一味追求面积的扩大，转向内涵式发展和可持续发展道路。

对于渭源县而言，苹果产业长期以来一直是农村经济的支柱产业，是农民增收致富的主要途径。一方面，苹果种植为当地创造了大量的就业机会，从果园的日常管理、采摘，到苹果的分拣、包装、运输以及销售等各个环节，都吸纳了众多农村劳动力，有效缓解了当地的就业压力，让农民在家门口就能实现就业增收。另一方面，苹果产业的发展带动了上下游相关产业的协同发展，如农资生产销售、果品加工、冷藏保鲜、物流运输等行业，形成了一条完整的产业链，进一步推动了农村一、二、三产业的融合发展，为乡村振兴注入了强大动力。苹果产业的兴衰直接关系到渭源县乡村振兴战略的实施成效，是实现农业强、农村美、农民富目标的关键支撑。

<sup>6</sup> 陕西省统计局 国家统计局陕西调查总队. 2024 年《陕西统计年鉴》[M]. 北京：中国统计出版社，2024 年。



图 1-2 渭源县一家专业合作社的仓库内，刚被采摘下来的苹果被堆放在一起，再由工人进行分拣，之后交由专门进行分级的工人完成下一步。

然而，随着全球气候变化的日益加剧，渭源县苹果产业面临着一系列现实挑战。气候变化导致的气温升高、降水模式改变、极端天气事件频发等，给苹果的生长环境带来了巨大挑战。气温的异常波动影响了苹果的花期和坐果率，降水的不均匀分布可能引发干旱或洪涝灾害，增加果园管理的难度和成本，而冰雹、大风等极端天气更是对苹果的产量和品质造成直接威胁。

选择渭源县作为此次调研的样本，除了其在陕西苹果产业中的典型性和代表性之外，还在于其独特的产业发展轨迹和当前所面临的关键转折点。渭源县苹果产业规模的收缩以及从扩张向理性发展的转变，使其成为一个观察苹果产业在新的发展阶段如何应对气候变化挑战、实现转型升级的理想案例。通过深入剖析渭源县苹果产业的现状、问题及应对措施，总结具有普遍借鉴意义的经验和教训，能够为陕西乃至全国其他苹果产区在应对气候变化、推动产业可持续发展、助力乡村振兴等方面提供有益的参考和启示。

## （二）调研案例地区社会经济发展概况

渭源县位于陕西省渭北高原西部、咸阳市西北部，地处陕西省咸阳市西北部，辖 8 个镇和 2 个街道，156 个行政村，总人口 36.28 万人<sup>7</sup>。

渭源县各村镇水电路网皆配套齐全，部分村庄社区配备有良好的防洪、抗旱、灌溉等水利设施，在汛期按要求配备水泵、沙袋等物资以应对洪涝风险。调研案例村还设置有气象信

<sup>7</sup> 咸阳市地方志编纂委员会. 咸阳年鉴（2024）. 咸阳市地方志办公室，2025.

息员和气象播报站或气象预警器，部分村庄较为重视气象灾害应急演练，逐步完善一些易受灾区域的撤离指示牌布局，为村民在灾害发生时安全撤离提供指引，也有效提高了村民对气象灾害的防范意识。

## 1. 平泽镇

平泽镇作为渭源县人口较多的区域之一，其地势平坦开阔，为农业生产和居民生活提供了广阔空间，多条公路贯穿全镇，交通网络的发达使得平泽镇与外界的联系紧密而便捷。镇内土壤以黄绵土为主，土壤质地疏松肥沃，经过多年的耕耘与改良，保水保肥能力良好，为农作物的茁壮成长筑牢根基。平泽镇苹果种植涵盖了秦冠、富士、嘎啦等多个品种，果园管理精细，果农们熟练掌握施肥、修剪等技术，所产苹果品质上乘，色泽鲜艳且口感脆甜，畅销周边市场。

调研组走访调查了位于平泽镇北部的长岭村和枫林村，两个村庄的基础设施都非常完备，长岭村村干部 WZH 表示，“我们村通村路 8 条、通组路 27 条已全部实现硬化，全域亮化工程达 8.7 公里。村内建有休闲长廊、文化大舞台、篮球场，并补植绿化 1200 m<sup>2</sup>，辖区绿化覆盖率超 40%。”此外长岭村还设有病虫害预报站、气象播报站等设施，由村集体主导气象预警工作，通过上门通知、微信群发布等方式及时告知农户，以保障农作物生产安全。在提及苹果种植环境时，WZH 表示，长岭村是典型的旱作农业区生态环境，因位于塬上，地形以平原为主，坡地占比较低，其土壤肥沃疏松，但遇水易板结。

走访当中调研组注意到枫林村村内道路皆为水泥路，且直通每户门前，村民房屋结构多样，包括砖瓦结构、水泥结构以及传统泥土结构。全村共 1093 户，总计 4445 人，其中老年人口占比颇高。务农人员约 600 余人，且以老年人为主，部分人员还会前往其他合作社打临时工。其余村民大多在外务工，甚至有去国外做生意的还有自主创业的。枫林村的产业主要是农业和养殖业，村干部 JLF 介绍道：“本村主要农作物为玉米、小麦、苹果与油菜花，除这些外，村民也会养牛羊补贴家用。我们村建有微信群和全村广播系统，遇到天气变化特别是极端天气的时候，比如降雨、冰雹等，村里就会通过广播与微信群及时向村民发布通知，并且播报多次天气预报，让村民及时做好防护措施，尽可能的保护庄稼。我们村还设有一名全职气象专员，并定期组织村民进行防汛演练。每逢汛期降雨，党支部均安排专人彻夜值班值守，力争最大限度的保护村民的人身安全和财产安全。”

## 2. 安阳镇

安阳镇坐落在渭源县南部，地势南高北低，处于山区与塬区的过渡地带，独特的地形孕育出多样的生态环境，镇内还有河流穿过，水资源相对丰富，为农业灌溉和居民生活用水提供了一定保障。这里的土壤类型丰富，包括黄绵土、潮土等，肥沃的土壤为各类农作物的生长提供了充足养分。安阳镇的苹果产业主打红富士、嘎啦等品种，在种植过程中积极引入现

代化果园管理技术,如矮化密植栽培和机械化作业,极大提高了生产效率与苹果质量。同时,凭借靠近县城的区位优势,安阳镇大力发展苹果采摘、直销等经营模式,减少中间环节,增加果农收益。

调研组主要走访调查了安阳镇北部的白河村、南部的松林村。白河村村内常住 170 户,共 470 人,其中 60 岁以上人口占比 70%,大部分村民在村内务工,外出打工者较少。主要产业为果树种植,也有少量种植小麦、油菜、玉米及露地蔬菜,同时还有生猪养殖等。松林村苹果的特色在于苹果不套袋,深受云贵川地区客商青睐,销量可观,村民以此为主要收入来源。据白河村村干部 LXQ 介绍:“我们村生态环境良好,都是旱地且基本为平地,一年一熟,受冰雹及其他灾害影响较小。村内设有气象信息员,成立防灾减灾小组,并配备专门气象预警器。针对火灾与水灾,还会定期组织应急演练。”在提到苹果产业的时候,LXQ 高兴地说,“我们村果树亩均收入约 4000-5000 元,品质优良一些的可达 6000-7000 元,丰收时亩产可达 5-6 万斤。总体而言,我们村果树产业年收入约四五百万。因为苹果不套袋,成本相对较低,利润也就更多些。”松林村位于黄土高原,共有 4000 亩土地,当地属于旱作农业区,气候干旱少雨。村庄的道路交通现在也十分方便,村上有设立专门气象预警器和气象员,也成立了防灾减灾小组,应对霜冻、连阴雨等问题。据松林村村干部 LRB 介绍,“我们村主要产业为玉米、小麦、苹果与油菜,村民主要收入来源为务工,务农收入甚微。”

### 3. 长兴街道

长兴街道,作为渭源市的中心镇,人口相对集中。其地理优势明显,交通便利,基础设施完善,是全县的核心区域。土壤条件适宜多种农作物生长,以黄绵土为主,土壤肥力经过长期的培育得到了较好的提升。尽管城市建设占据了部分土地,但农业在长兴街道依然有着重要地位,苹果种植在一些城郊区域有序开展,所产苹果主要供应城区市场。

调研组走访了长兴街道永兴村,永兴村人口共 1818 人,划分为 6 个小组,常年务农人员为 235 人,其余多外出打工或求学。村庄基础设施齐全,每年村委会会组织不少于两次的应急演练,保护村民的人身安全、财产安全。据长兴街道永兴村村干部 ZXP 介绍,“我们村常年降水量在 580mm 左右,每年六到八月份雨水较多。耕地全部为平地,所有坡地已经全部流转出去”。

### 4. 临川镇

临川镇位于渭源市南部,人口分布相对均匀,主要集中在镇政府所在地和主要交通沿线,这为人口的聚集和产业的发展提供了便利条件。其地势平坦,土壤以黄绵土为主,经过长期的耕种和改良,土壤肥沃,保水保肥性能良好,为农业生产奠定了坚实基础。临川镇的农业以苹果种植为主导产业,品种多样,早熟、中熟和晚熟品种搭配合理,能够满足不同市场阶段的需求。果农们在苹果种植过程中注重科学管理,积极参加各类农业技术培训,熟练掌握

果园管理和病虫害防治技术，保障了苹果的产量和品质。近年来，临川镇积极拓展苹果销售渠道，与电商平台紧密合作，大力开展线上销售，同时加强与外地客商的联系，不断拓宽线下销售市场，促进了当地经济的发展和农民收入的增加。

调研组走访了临川镇北部的南山村，南山村的耕地面积有 2800 余亩，其中坡地与平地各占一半，从地形上看，主要是山地和沟壑纵横的地貌，几乎没有大面积的平地。村庄有着良好的社区设施状况，还配备了篮球场、乒乓球台等。村内 198 户村民中，约 70 - 80 户在村务农，务农群体以中老年为主，中年人兼业，高龄老人则专注务农；青壮年多外出至省外打工。临川镇南山村村干部 L J G 和 L G Q 介绍说，渭塬市处于黄土高原地带，这里的土壤土质优良，但土质较为疏松，容易出现板结现象，这是县域内自然地理方面的普遍特点。临川镇南山村村干部 L J G 还提到：“目前，全村有三百多亩土地流转出去，用于建设苹果园，土地流转租金是每亩 500 元。近年来，由于苹果树树龄增长逐渐老化，果园的经济效益有所下降，现在苹果亩产量大概在四千斤左右，去年整个果园的利润是 18 万元。当前，村里的主要产业还是种植小麦和油菜，相比以前，苹果种植的规模已经有所缩减。村民们主要的经济收入来源依靠外出打工，种植粮食的收益不高，基本只能满足自家的需求。”

## 5. 云山镇

云山镇地处黄土高原沟壑区，塬面广阔，海拔相对较高，地理环境造就了其独特的气候条件，一年中前半年比较干旱，后半年雨水较多；昼夜温差更为显著，为苹果的糖分积累提供了自然优势。这里的土壤类型为黑垆土，土层深厚肥沃，富含多种矿物质，为苹果生长提供了丰富且优质的养分来源。

云山镇农业占据主导地位，其中苹果产业更是重中之重，主要品种为红富士，所产苹果果实品质优良，含糖量高，在市场上享有较高声誉。苹果种植收入成为当地农民的主要经济支柱。调查组走访调查了云山镇北部的桐乡村、北坡村、金溪村、清水村、高庄村、东丰村，这些村庄的村民主要生计来源均为兼业，即年轻人外出务工，老年人居家务农，有的村民家里还在经营一些养殖，单纯从事非农或务农者较少。云山镇主要种植苹果、玉米、小麦、油菜，各村种植苹果已有 20 余年历史，但近年都在缩减苹果种植规模。据云山镇金溪村村干部 Y X Q 介绍：“本村种植果树 2700 余亩，但是果树产业因效益不高与果树老化问题逐渐萎缩，由之前的 2000 多亩降至今年的 1000 多亩。与此同时，玉米种植规模不断扩大。咱这个地方主要是靠天吃饭，近几年降水异常，气温升高，极端天气容易发生，病虫害也较多。尤其是黑心病和霜冻造成去年果树减产。”除了基本产业外，桐乡村还找到了新的致富路，据桐乡村村干部 W Y G 介绍：“本村以务农为主，同时成功招商引资，引入河南企业投资六百万建设饲料厂，年产量达十万吨，主要收购当地玉米。主要农作物有玉米、小麦、油菜、大豆，还有大棚种植。”而对于土地流转，云山镇东丰村村干部 Y S H 还指出，村子处于山区，

总共有 5400 亩耕地,坡地占耕地面积的四分之一,剩下耕地基本都是平地。土地质量尚可,但由于流转价格不理想,土地流转收益不高。

### (三) 气候变化背景下渭源县区域气候特征

陕西黄土高原地区是世界集中连片面积最大优质苹果产区。苹果产业也是陕西省经济林果的龙头产业,对陕西省农业农村经济的发展起着重要的支撑和影响作用。但受气候条件影响,该区苹果主要气象灾害、病虫害种类较多,苹果产量和品质年际间不稳定,是制约陕西苹果发展的重要制约<sup>8</sup>。与此同时,气候变化带来温、湿度和气候灾害频次强度变化也给陕西省苹果产业可持续发展带来新的挑战。

#### 1. 渭源市气候和气候变化分析

陕西省渭源市年平均气温在 10.5℃~12.8℃间波动,多年平均值为 11.7℃,1971-2023 年,渭源市的气温总体呈随时间波动上升的趋势,线性趋势约 0.19℃/10 年。近三十年平均降水量 540 毫米,但年际降水差异较大,2003 年降水量接近 950 毫米,1997 年则不足 340 毫米。1971-2023 年,总体呈增加趋势,线性系数为 13 毫米/10 年。

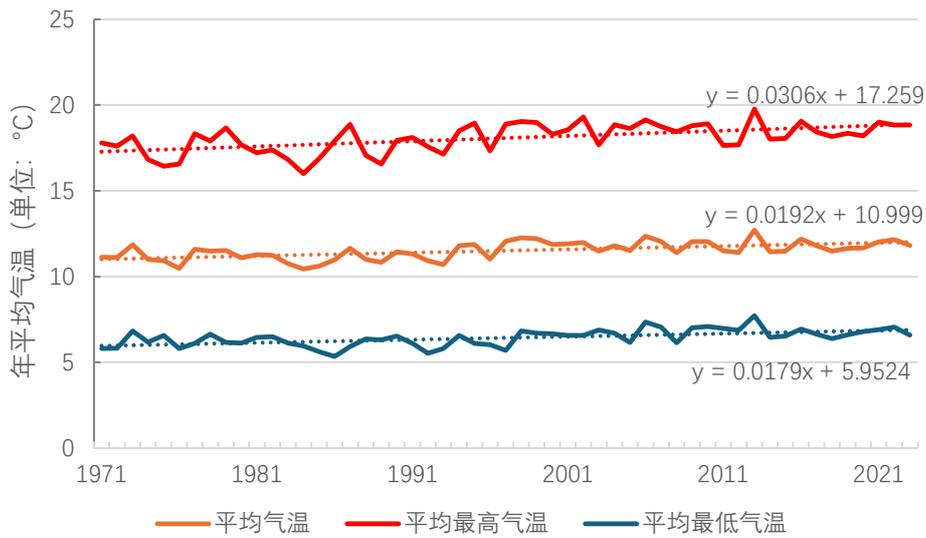


图 1-3 渭源市 1971-2023 年平均气温变化

<sup>8</sup> 《苹果农业气象观测规范》编写组. 苹果农业气象观测规范. 陕西省农业遥感与经济作物气象服务中心, 2023 年 10 月.

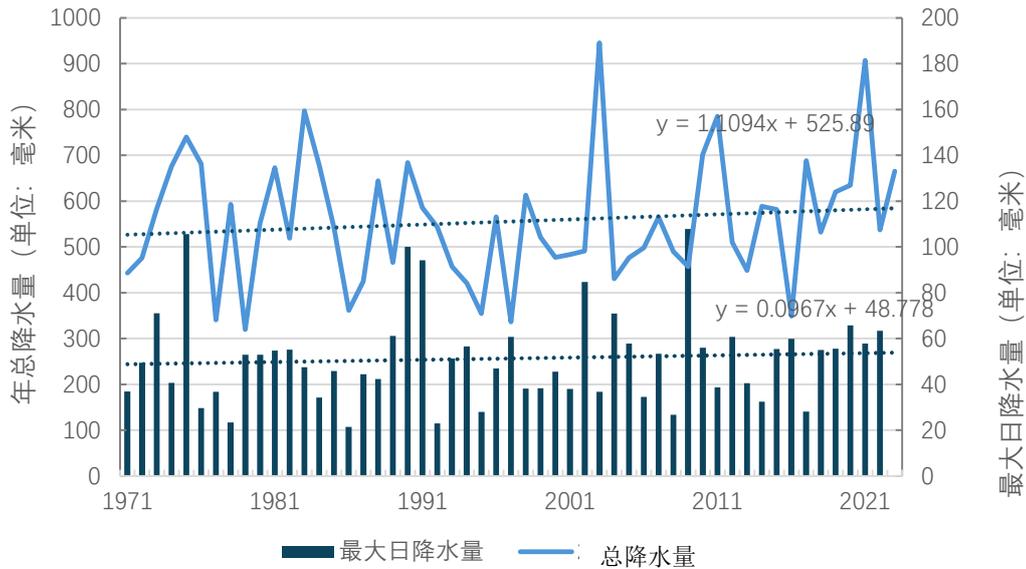


图 1-4 渭源县 1971-2023 年总降水量、最大日降水量变化

## 2. 苹果生育期关键气候灾害分析

参考陕西省地方标准《苹果气象灾害》，苹果的高温热害分为高温、高温热害、严重高温热害三个等级，对应的日最高气温范围分别为 35℃-38℃，38℃-40℃，和大于 40℃。花期冻害分为低温、低温冻害和严重低温冻害三个等级，对应的日最低气温分别为 0℃-2.2℃，-1.6℃-2.2℃，和小于等于 -1.6℃。对调研中发现的苹果不同生长期的关键气候灾害发生的频次和强度进行分析，结果显示：

1995 年以后，苹果生育期高温热害发生频次有明显的上升。1971-1994 年，渭源县发生各等级高温天数平均为 3.3 天/年，1995-2023 年的均值为 7.2 天/年。其中高温事件在 1995 年前每年大多不超过 5 天，近 30 年则多次突破 10 天/年，1997 年有 20 天达到高温事件等级要求；高温热害等级的事件在 1995 年前仅发生 1 天/年，近 30 年中有 8 天/年；严重高温热害事件仅在 2017 年发生一次。

开花期低温冷害总的发生频次没有特别明显的变化趋势，但低温冻害和严重低温冻害的频次在近十几年有明显的降低。1971-2010 年的年平均低温事件为 1.85 天，低温冷害为 0.55 天，严重低温冷害为 0.3 天，近十几年的平均低温事件为 2 天，低温冷害为 0.08 天，严重低温冷害为 0.15 天。进一步分析发现，1971-1995 年，渭源县四月平均最低气温呈下降趋势，但在 1995 年以后，特别是进入 2010 年以后，渭源市的最低气温相对较高，但年际差异变大。1995 年前渭源县 4 月平均最低气温基本没有超过 8℃，1995 年以后，特别是 2010 年以后，频繁的超过 8℃，但同时也多次低于 6℃。1971 年以来 4 月平均最低气温的最低的两年分别是 2020 年和 2010 年。

对比总的冷事件和暖事件发生频次，整体而言渭源县苹果种植更容易受暖事件侵袭，特别是近十几年，暖事件的发生频次（年均 6.5 天）接近冷事件（年均 2.2 天）的 3 倍。随全

球平均气温的继续上升，暖事件的频次可能更多，强度更强。同时，最低气温的波动性增加，仍需注意开花期冷事件对苹果种植的影响。

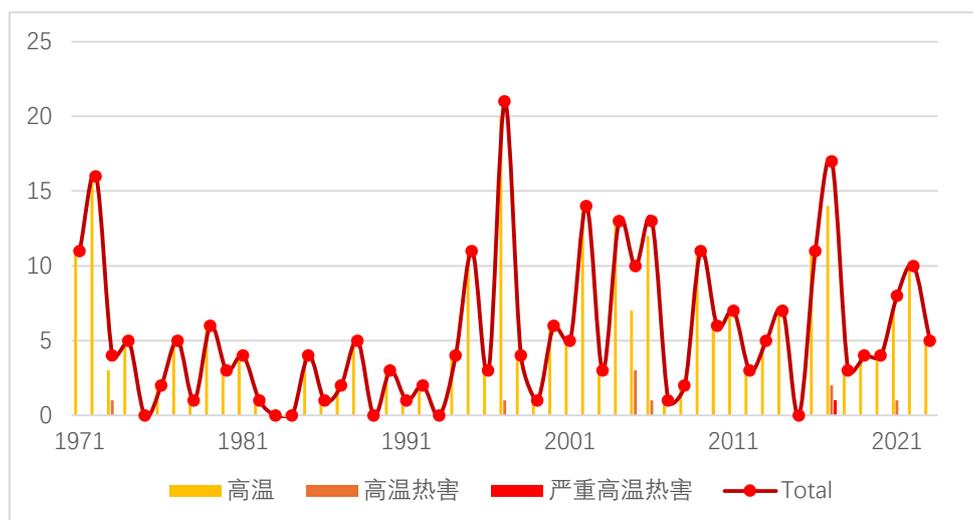


图 1-5 渭源县 1971-2023 年苹果生育期高温事件变化

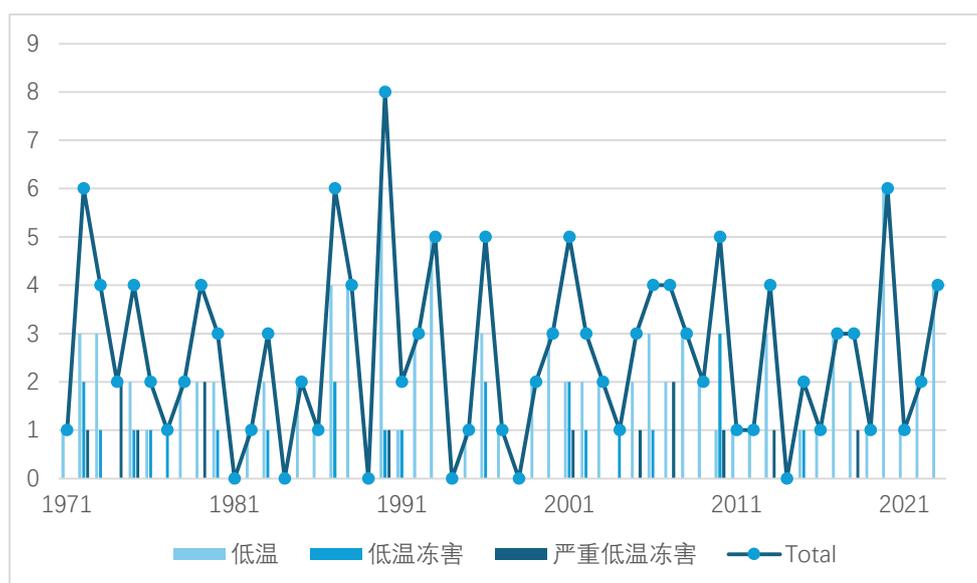


图 1-6 渭源县 1971-2023 年苹果开花期低温事件变化

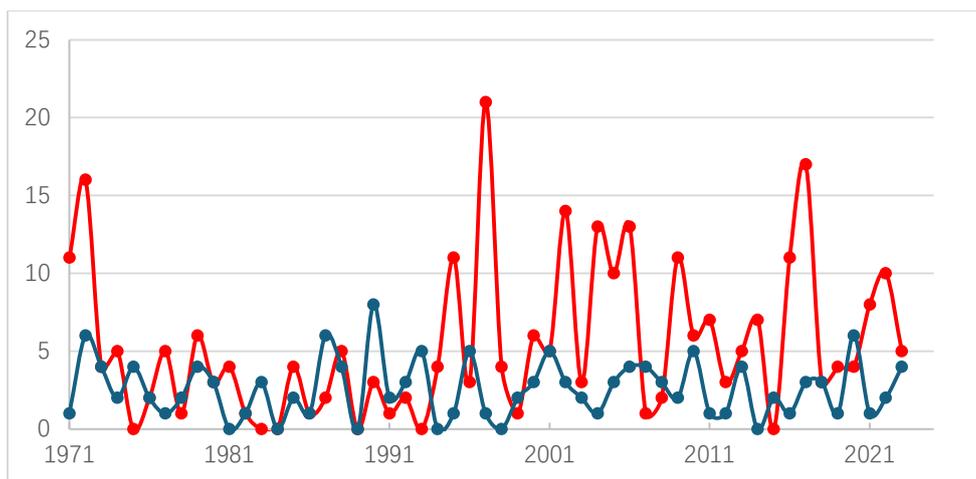


图 1-7 渭源县 1971-2023 年冷事件和热事件变化

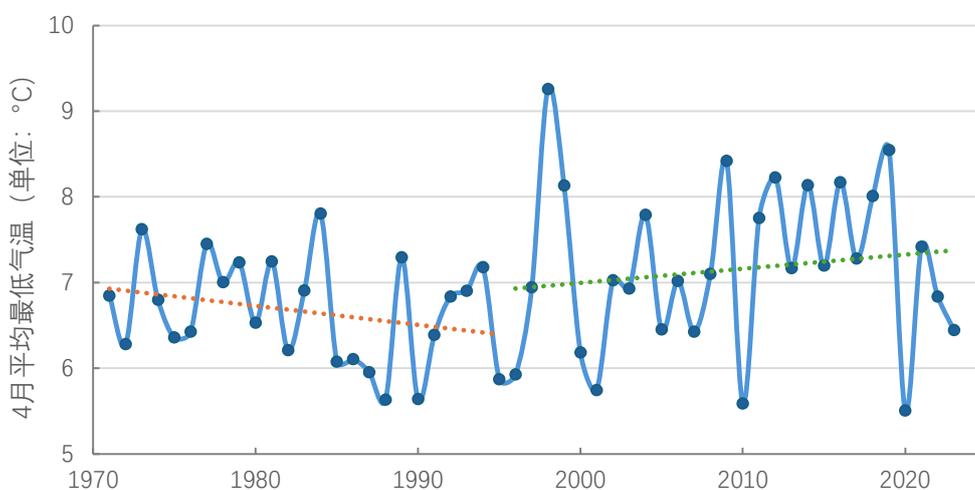


图 1-8 渭源县 1971-2023 年 4 月平均最低气温变化

#### (四) 渭源县苹果种植农户气候变化感知

调研组通过深入走访调查发现，村民们感知气候变化的方式主要有两种类型。一方面，凭借个人长期积累的经验，对季节更迭、气温升降、降水多寡等自然现象的敏锐洞察，能够大致预判长期气候变化的方向。另一方面，天气预报、广播等新媒体成为重要的信息来源，气象站会及时推送各类气象信息，村民们据此提前知晓短期天气变化，以便做好相应的防范与应对措施，在一定程度上降低气象灾害对农业生产及日常生活的不利影响。

##### 1. 基于个人经验的模糊判断

从个人经验角度来看，许多村民依赖多年在田间地头辛勤劳作的直观感受，察觉到了气候变化。一些经验丰富的老农能够依据农作物生长周期变化、土壤湿度变化以及季节转换时温度与降水的微妙改变，大致判断出气候与往昔的不同。他们深知在传统农业生产模式下，气候变化直接影响着农作物的播种时机、生长态势以及最终收成。例如，长兴街道永兴村四季果业合作社的果园管理员 ZBH 表示近几年气候变化很明显，不再像以前一样很有规律；

一方面，气温状况偏离常态，整体呈升温趋势，但是苹果花期霜冻现象比较严重，苹果遭受冻害的情况越来越多；另一方面，冰雹、大风等极端天气增多，特别是近年来灾害性天气的发生频率显著上升。就拿今年来说，五月至六月期间持续干旱，导致很多苹果长势不好，一次强风导致数十棵果树被连根拔起。临川镇杨树村的访谈对象 ZXY 家中共有 7 口人，年轻一代皆外出务工，仅其与爱人耕种劳作。夫妻二人悉心经营 20 亩苹果长达三十余载，谈及对气候变化的感受，ZXY 深有体会地表示：“近年来气候总体相对平稳，干旱与倒春寒现象发生频次相对较低，不过降雨有所增多，尤其今年降水量特别大。如果某种农作物因为气象灾害减产，比如今年玉米产量下降，明年就会适当增加小麦种植面积；反过来如果小麦减产，后面也会相应扩大玉米种植规模，这样一直循环，种植结构依据气象影响与作物收成灵活调整，并没有固定下来。”去年由于苹果树老化，临川镇柳林村农户 LGX 挖掉了 6 亩苹果树，在提及气候变化的时候，他表示：“感觉近两年天气越来越热，虫子也变多了，我们定时打药杀虫。冰雹很少出现，但是有倒春寒，不过倒春寒这几年变少了。今年下雨尤其多，未来可能气温会升高，雨水可能也会越来越多。”

一部分访谈对象对于气候变化的感知较为模糊。尽管他们难以确切地描述气候究竟发生了何种变化，但均一致认同，这种充满不确定性的变化已对农业生产构成了挑战。枫林村丰年果业合作社果园位于海拔 1200 米的平地上，通过土地流转和土地入股经营了 690 亩苹果，到现在已经有 8 年的历史。果园管理员 YZH 表示，“我们不好准确判断气候变化的趋势，近几年气候一直不太稳定，虽然这么多年我们一直在观测分析，但气候的变化规律仍然难以捉摸。农业生产的收成呈现出明显的波动性，一年收成良好，次年却可能不尽人意。温度、降水以及各类气象灾害的环境因素，好像都在周期性变化，但这种周期却难以精准预测与把握，这给我们的农业生产和生活带来了诸多不确定性与挑战。”平泽镇第一种植农民专业合作社负责人 LJJ 表示，“近年来气候状况极为反常，完全没有规律。人们完全没法预测第二年究竟是干旱还是雨水泛滥。就拿今年来说，雨水分布非常不均衡，6 月份之前持续干旱，大地干裂，作物受旱情严重影响。而到了六七月份，降雨又变的很多。降水的时机完全乱套了，本该在作物生长关键需水期降临的雨水迟迟未到，可一旦开始下雨，便停不下来了，同时还会爆发病虫害，每过 7 至 10 天就得施药防治一次，这给农业生产造成了极大的困扰与损失，也让农民们在应对气候变化时陷入了被动境地。”

在与访谈对象的交流过程中，他们纷纷提及降水规律的改变，以往相对稳定的雨季变得时长不定、雨量不均。温度方面，极端高温和低温天气出现的频率似乎有所增加，暖冬现象使得一些原本在冬季休眠的病虫害活跃期提前或延长，给果树和农作物的病虫害防治工作增添了难度。季节交替也不再像过去那般界限分明，春季的倒春寒常常让刚刚萌芽的作物遭受冻害，秋季的延迟降温又可能影响作物的成熟与收割进程。这些气候变化所带来的影响，不仅直接作用于村民们的农业生产活动，在一定程度上也改变了他们的生活方式和经济收入结构，促使他们更加关注气候变化，并积极探索应对之策。

## 2. 社交媒体网络成为获取气候变化信息的重要工具

在新媒体工具使用方面，随着现代信息技术在农村地区的逐步普及，手机、电脑等设备成为村民获取外界信息的重要窗口。村民们借助手机上的天气预报软件、农业气象服务平台以及各类资讯类应用程序，能够及时了解短期和中长期的气象预报数据、气候变化趋势分析以及相关应对建议。尽管部分村民对这些新媒体工具的操作熟练度存在差异，但不可否认的是，它们已然成为村民感知气候变化不可或缺的辅助手段。

农村基层组织也充分认识到新媒体所蕴含的巨大潜力，积极利用微信群通知这一便捷高效的方式，向村民们传达各类灾害防护的重要信息，切实提高村民们的灾害防护意识。同时，基层组织还设立了“气象专员”这一岗位，会在灾害高发前期采用线下宣传的形式，生动形象地为村民们讲解灾害防护知识与技能，使村民们能够更加深入地理解和掌握灾害防护的方法。此外，气象部门借助高科技手段对气象灾害进行预报预警，以精准的数据和先进的技术为支撑，及时向基层组织传达灾害预警，确保村民们能够在第一时间了解灾害动态，从而做好充分的防护措施，最大程度地保障村民们的生命财产安全。

渭源县平泽镇枫林村村干部 JLF 在采访中提到，“我村配备了一名专职气象专员，其在气象信息监测与预警工作中发挥着重要作用。为提升应对气象灾害的能力，我们定期组织相关培训活动，其中防汛演练是重要的组成部分。每当汛期来临，降雨频繁之际，村党支部高度重视，安排专人进行彻夜值班值守，以确保能够及时应对可能出现的突发情况，全力保障村民们的生命财产安全与村庄的正常秩序。”平泽镇枫林村丰年果业合作社果园管理员 YZH 表示，“当下，我们主要借助天气预报来获取气象信息。与此同时，我们与市气象局联合在网页平台构建了信息交流群组，气象局工作人员会在群内及时通报气温变动、暴雨预警、大风警报等气象资讯，使我们能够第一时间掌握相关情况。此外，凭借手机群组这一便捷的通信渠道，我们得以与各地农业从业者展开广泛的交流互动。大家实时分享各地天气变化动态。例如，近期新疆苹果遭受冰雹灾害的信息，便是由群内新疆的大规模种植户所提供，我们彼此之间也会相互交流应对各类天气变化的经验与策略，以更好地应对气象变化对农业生产带来的影响。”

同时，村民们在日常生活的交流互动中，也不可避免地会提及气候变化这一重要话题。在邻里之间的日常交谈以及亲友的往来互动中，大家时常会互相提醒气象灾害的潜在风险以及天气的细微变化。他们会分享自己所观察到的天气异常现象，交流对于即将到来的气象灾害的担忧与预测。村民们还会积极地交流防灾减灾的宝贵经验，分享在面对不同气象灾害时所采取的有效措施，如在暴雨来临前如何做好房屋的防护、在台风将至时如何确保人身安全等等。通过这种邻里亲友之间的交流与提醒，村民们能够更加及时地了解气象灾害的动态，提高自身的防灾减灾意识和应对能力，为共同守护家园的安全奠定坚实的基础。正阳农作物种子农民专业合作社负责人 XZG 还提到，“我村农户间设有专门用于交流天气灾害信息的

微信群,大家时常于群内展开讨论并分享各类气象资讯。此外,镇上在获取天气预警信息后,会及时传达给村干部,村干部则借助喇叭向全体村民广播,以确保信息全覆盖。”

## (五) 气候变化对渭源县苹果种植农户的影响

### 1. 短期灾害冲击带来的长期影响

2023年,渭源县多个地区果树黑星病肆虐,苹果产业遭受较大影响,给当地果农带来了经济损失。据调查了解,以往苹果市场行情较为稳定,单价普遍在每斤2元至3元之间。然而,受黑星病灾害影响,当地苹果品质下滑,市场认可度降低,品质不好的果实收购单价仅为0.6元一斤,部分果农的收入大幅缩水,面临着经营困境。

短期灾害冲击往往会产生多方面的长期影响。对于小农户而言,因其经营成本相对较低,在遭遇如暴雨、冰雹等短期灾害冲击时,可能只是当季作物受损,通过补种或调整下季种植计划等方式便能恢复生产,所受长期影响相对有限。调查过程中临川镇南山村村干部LJG提到,“此次灾害的影响大致可归为短期影响,村民家中余粮在很大程度上缓解了可能面临的困境,所以影响程度不算特别严重。”该村种植了许多品种,其中部分优良品种在抵御灾害方面有一定优势,受灾程度相对较轻,还有一些果实收获。总体来看,灾害主要波及的是当年的收成状况,在日常生活方面影响不大,因为村民平日里吃的蔬菜都是自家种的。只有在家庭成员需要就医的情况下,苹果黑星病导致收入减少,可能会在医疗费用上面临一定的经济压力,除此之外,其他较为突出的影响比较少见。

云山镇东丰村农户YSW的看法则不同,他表示,“霜冻作用时间相对较短,对当季苹果的伤害立竿见影,会直接冻伤果实,影响产量。冰雹影响则更为深远,不仅会砸坏正在生长的苹果,导致苹果外观受损、品质下降,卖不出好价钱,甚至还会对果树的枝干、树叶造成损伤,影响来年果树的生长与挂果,让果农在后续较长时间内持续承受损失。”就拿去年受灾后的情况来说,为了尽量减少气象灾害、病虫害对受损果树的二次侵袭,保障今年的收成,果农们无奈加大了农药的使用剂量,相较以往足足多打了3次农药。与此同时,也投入了更多化肥,再加上农业机械的使用成本不断上升,整体的种植成本大幅增加。

合作社种植规模较大,灾害冲击不仅会造成当前的果实掉落、植株损坏等直接损失,后续还会面临诸如土壤肥力改变、病虫害滋生等一系列连锁问题。修复果园设施、改良土壤、重新培育植株等都需投入高额成本,且恢复周期长,影响多年的产量与收益,在市场竞争中也可能因品质下降或供应不稳定而处于劣势,长期影响比较明显。从短期来看,在灾害发生的当年,合作社往往会遭受明显损失。长兴街道永兴村丰收生态果业合作社负责人ZXB提到,“近些年开春气温低,倒春寒比较严重,已经连续两年发生霜冻。2023年果树黑星病导致瑞雪和富士这两个品种品质下降,富士的单价从4元降至2.4元。另外,大风影响比较大,去年大风损伤了4000-5000斤的苹果,大概两万元。”长远而言,受灾的负面影响则可以延续较长时间。枫林村丰年果业合作社果园管理员YZH表示,“我们合作社秉持高质量发展理

念，为了有效降低灾害风险，前期已经投入了巨额成本，如防雹网建设等防护设施的构建与完善。虽然这些举措在一定程度上有助于减轻灾害危害，但从长远发展的维度来看，灾害所带来的长期负面影响依然显著存在，对合作社的持续稳定运营构成了严峻挑战。”平泽镇长岭村农民专业合作社负责人 XZG 表示，“近几年 3 至 4 月气候总体较为湿润，但是却时不时地有虫灾、旱灾；除此以外，降水分布有些失衡，每年在作物不需要大量水分时，降雨频繁且雨量充沛；而在急需水分的时候，却又干旱少雨。近年来，冰雹灾害虽有所减少，但大暴雨却发生的越来越多。冰雹冲击力巨大，会对果实类作物造成严重损毁，危害很大。”

## 2. 新型农业经营主体的气候脆弱性

调研组发现，有一批“弃商从农”者怀着对农业的理想与憧憬踏入苹果种植领域，却陷入了一定程度的困惑与迷茫之中。一方面，苹果种植的复杂性远超预期，从选种育苗到田间管理，再到病虫害防治与收获储藏，每个环节都需精细把控，技术门槛比较高且知识体系庞杂，这对习惯商业运作规律的人而言是富有挑战性的。另一方面，农产品销售渠道分散且不稳定，受地域、季节、品质波动影响比较大，难以像商业产品那样精准定位与高效营销，常遭遇商品滞销或价低困境。此外，农业投资回报周期漫长，前期基础设施建设、农资采购等资金投入大，而收益却需长时间等待，资金压力始终高悬，在理想与现实的巨大落差面前，他们在农业经营之路上有过彷徨，不知如何有效整合资源、突破瓶颈，以实现从商业经营思维向农业经营思维的成功转型。

2019 年 12 月，平泽镇第一种植农民专业合作社负责人 LJJ 与妻子经友人介绍，得知渭源市政策优厚、土地资源优良，于是选择“弃商从农”，从江苏泰州来到渭源市投身于农业合作社的创办运营，至今已步入第五个年头。其合作社共计承包 238 亩流转土地，其中涵盖 40 户农户的承包地以及村里的机动用地，所种植作物以苹果为主，因苹果树生长速率缓慢、生长周期漫长，直至今年才迎来首批挂果。此外，另有小部分土地用于种植桃子。园区内地势平坦，一年一熟的作物都采用旱作农业方式，农业生产极度依赖自然降水条件，受天气因素影响显著。在谈及当前的种植困境时，他说，“最近几年天气变化很反常，摸不清规律，完全不知道明年是干旱还是洪涝，而且每一年情况都不一样。今年 6 月份之前一直干旱，病虫害也比较严重，7~10 天就得打一次药，6、7 月份一直是连阴雨。该下雨的时候没雨，一旦开始下雨就一直下雨。在农业保险方面，虽然已经按照标准缴纳费用，但在实际执行过程中，如果受灾面积没有达到特定规模，就很难获得保险理赔。”

## （六）渭源市苹果种植农户气候适应实践

### 1. 土地“道义经济”与生计转型适应

在当今社会经济发展的浪潮下，“道义经济”与生计转型适应成为值得关注的议题。对于众多小农户而言，土地是他们最基本的生产资料，在一定的产权制度安排和生产经营方式

下, 承载着为农户提供收入、稳定预期、资产保值增值等多种经济功能, 同时也承载着为农户提供食物、保障生存、满足就业、平抑风险, 以及在农村人口社会保障严重缺乏下的替代等多种社会功能<sup>9</sup>。凭借坚持种植, 小农户能够获取维持家庭必要开支的一定收入, 确保基本生活水平。然而, 面对不断变化的市场环境、技术革新以及各类风险挑战, 他们也并未固步自封。小农户们积极发挥主观能动性, 在坚守土地种植的同时, 探索诸如发展特色农产品加工、参与乡村旅游服务等多样化的生存之道, 努力在土地“道义经济”与生计转型适应之间找到平衡, 实现家庭生计可持续发展的目标。

临川镇杨树村农户 ZXY 有 30 多年的苹果种植经验, 其家中总计约 20 亩地, 除了种植苹果, 还有玉米、小麦等, 由于种植农作物无法维持生计, 家中青年劳动力纷纷外出务工, 补充家庭经济来源, 家里只有 ZXY 和爱人坚持务农维持生计。“施肥、打药, 这些环节每年必不可少, 还有铺设反光膜保温, 都是保障苹果良好生长的必要步骤。但是近年来气候越来越不稳定, 灾害越来越多, 种植成本越来越高。碰到灾害多的年份, 我们就得去贷款, 这样才能提前购置种子与肥料, 不误农时, 等收成以后再偿还债务。”根据 ZXY 的描述, 细算下来, 苹果种植成本着实不菲。每年每亩果园用于肥料的开支接近 3000 元, 农药喷洒每亩也需 400 多元, 铺设地膜每亩成本约 200 元左右。虽说这些精细管理措施相较于粗放种植, 效果确有提升, 果实品质更佳, 售卖价格也有望提高, 但若遇上天气不佳、收成欠佳的年份, 辛苦一年的成果往往难以抵消高昂的成本。

农户为求生存与发展, 不得不开启土地转型升级的探索之路。一些农户审时度势, 果断调整种植结构, 将原本种植苹果的土地改种玉米, 试图凭借玉米较强的适应性与抗灾性, 稳定家庭收入, 从 1992 年开始种植苹果树的临川镇柳林村农户 LGX 前两年砍掉了部分苹果树, 改种玉米, “玉米一亩成本 500 元, 能卖 1000 元。虽然苹果的收益高, 但是受灾的情况和概率要比玉米小麦高一点, 投入成本也很高, 如果有灾害, 苹果的损失是要比玉米小麦大很多的。而且年龄大了, 力不从心, 果树树龄也比较大了, 所以选择把果树砍掉, 选择种植玉米。”由于去年苹果黑星病比较严重, 经营着一家理发店的云山镇高庄村农户 HL 减少了苹果树的种植。他表示“家里总共有 32 亩地, 前几年种苹果, 总共种了二十几亩, 但是收成不好, 大前年挖掉 5 亩, 前年挖掉 5 亩, 今年又挖掉 10 亩, 现在就只种玉米。”云山镇北坡村农户 LJJ 还表示, “以后有条件的话希望可以把种苹果转型成种植中药材。”

另有部分农户打算“弃农从商”, 渴望在商业浪潮中寻得新机遇; 还有相当数量的农户, 在权衡利弊后选择背井离乡外出打工, 以体力劳动换取稳定收入; 还有一部分农户种地并不是为了追求利益最大化, 而只是为了坚守农民身份的“道义经济”。总之, 往昔一心专注苹

---

<sup>9</sup> 柳建平. 中国农村土地制度及改革研究——基于当前土地功能变化视角的分析. 经济体制改革, 2012 年, 第 1 期, 页 75-79.

果种植的渭源县农户们，鉴于当下困境，已不再将全部希望寄托于单一的苹果种植，而是基于土地经济理性，纷纷开启生计转型适应之路。

面对气候变化与市场风险，合作社也在积极探寻有效的适应之路。一方面优化种植结构，尝试多元作物。经营着 690 亩果园的枫林村丰年果业合作社已经有 8 年历史，目前正在多元化果园品种。果园管理员 YZH 表示，“2016 年至 2017 年期间，我们见苹果市场需求大就扩大了种植面积，但是从 2018 年起老品种果树难以满足市场需求，效益下滑，我们就开始改良果树品种，今年推了二十亩果园改种樱桃”。谈及背后的原因，他补充说到，“一来樱桃热门，有增收潜力；二来迈向多元经营，分散风险，四季有果卖，能在市场站稳脚跟。”除了市场原因以外，也有合作社因为病虫害而优化种植结构。主要种植苹果和玉米的云山镇金溪村农民专业合作社去年将部分苹果改种为玉米，负责人 FXW 表示，“苹果树由于去年黑星病，减少了三分之一的面积。据专家说，黑星病可能要持续三年时间，所以今年果树种植面积仍然会减少。但是地又不能撂荒，所以又增加了玉米种植规模。”

另一方面拓展经营范畴，挖掘土地附加值，力求带领农户闯出一条新路。主要种植苹果、玉米、小麦、油菜的安阳镇双桥村经济合作社逐渐在减少果园面积，从之前的 3000 亩已经降到了今年 100 亩，负责人 WYK 表示，“主要原因是果树老化，苹果效益不高。今年玉米种了 4410 亩，增加玉米种植面积的原因是玉米的产量高、利润大”。由于村子里老龄化严重，种地利润低，部分农户搬迁到城市居住等等因素影响，2000 年以后村里把大伙的资源进行整合，三分之一土地流转给农业公司管理，公司给合作社 570 元一亩的费用，其中 500 元是给农户的租金。今年预计净利润至少有 28 万元，其中还包括资源收入——村上光伏发电、加油站建设补贴 1 万/年。明年村里计划加大流转规模。

## 2. 不同农业经营主体的增量适应措施

在应对农业生产中的各类气候风险挑战时，不同经营主体有着相应的增量适应措施。渭源县苹果种植户一直都在依据自身的实际情况，巧用诸多实用且成本低廉的方法，应对种植过程中遭遇的各类难题。

就拿应对低温、霜冻来说，农户们常常会采用烟熏的方式，提升近地面温度，为农作物营造出相对适宜的生长小气候。同时，用地膜覆盖的手段也相当普遍，不仅能起到保温保湿的效果，还能有效抑制杂草生长，进一步提升土壤肥力的利用效率。也有农户采用果实套袋的方法，能在一定程度上减少病虫害的侵袭，助力提升果实品质，从而增加市场竞争力。临川镇杨树村农户 GYX 是众多用心经营的果农之一。购买保险是她防御风险的重要一环，一亩地仅花费 20 元，却曾在遭遇冰雹灾害的那一年，实实在在地获得了 1600 元赔付，极大地缓解了损失。在接受采访时她提到，“套袋方面，每个袋子成本 5 分钱，不过摘袋时雇人帮忙，一天就得花费 100 元；打药一年下来大概要花 1000 元，铺设反光膜一年需要花费 300 元，而施肥成本相对较高，在 4000 - 5000 元之间。”

临川镇南山村农户 LWQ 同样有着自己的一套种植经。他深知防冻的重要性，每年都会给苹果喷防冻剂，为此一年需要花费 250 元。到了花期，为了保花保果，他会精准地喷上蔗糖、硼砂，这项支出一年大概在 200-300 元之间。他还明智地选择种植晚熟品种，避开市场高峰期的激烈竞争。除此以外，他还自己修剪果树进行疏花疏果，节省了一笔开支。在谈到成本的时候他提到，“套袋一年下来花费 1 万元，施肥投入 2 万元，打药成本 2000 元，我们每一步都精打细算，争取能收获高质量的苹果。”云山镇金溪村农户 FC，去年种植经历颇为坎坷，受倒春寒、黑星病双重冲击，村上大部分农户的苹果产量都减产，苹果收入仅仅只能抵消成本。FC 却有自己的“突围”之法，他种植的是市场认可度高的富士苹果，他借助品牌效应，和儿子一起在朋友圈大力宣传，再通过发快递的形式将苹果销往各地，最终收入达到了 5 万元左右，虽说相比以往有所下滑，可与其他农户相比，情况已然好了许多。临川镇柳林村农户 LGX 也分享了他的种植经验，他提到，“预防倒春寒最常用的办法就是点火烟熏，这是祖辈传下来的土方法，简单却实用。”由于他们村的果树长得特别高，而且平日里不套袋，所以也就没有安装防雹网。在日常管理中，他会细致地分枝剪枝，让果树通风透光，长势更好；还会按时给苹果打防冻剂，增强果树抗寒能力。利用地膜反光为苹果上色，使得苹果的头和尾部都能呈现出诱人的红色，如此一来，在市场上就能卖上更好的价钱。他们村不种草，为的是避免杂草与果树争夺养分，平时靠经常锄地，让果园地面始终保持干净整洁。



图 1-9 无论是专业合作社的种植业，还是个体农户的苹果园，农户普遍在地面上均铺设反光地膜，使苹果上色均匀，提高品相。

对于合作社这一大规模生产主体而言，凭借雄厚的资金和资源优势，更多依靠高科技手段来实现增量适应。例如搭建吹风器吹风；借助无人机进行植保作业，实现大面积快速且均

匀的农药喷洒、肥料播撒；搭建大棚、防雹网，修建滴灌系统，购买保险等等，以此保障农业生产效益的稳步提升。

宁西果品合作社经营着 500 亩的苹果园和 100 多亩的其他应季水果，比如梨子、桃子等等，至今已经有 8 年的历史。他们专门设置了直播间拓宽销路，据负责人 ZDH 介绍，“我们的果园选在两座阳面的山头上，在应对气象灾害方面，我们得益于政府政策支持，有免费安装的 100 亩防雹网，在种植中普遍采用苹果种植防冻剂、购买农业保险、授粉、覆地膜、种草、更换早中熟品种等操作，且每年要上三轮肥料、多次打药。”

枫林村丰年果业合作社果园管理员 YZH 谈及，“我们搭建了 3 个大风扇用于吹风，搅动空气，覆盖 3 块地块，防霜冻时还会在地上摆放铁桶，将修剪的枝条粉碎作燃料，安排工人依据天气报告守候三到五个工作日，通宵不睡，凌晨两三点生火放烟。若要确保樱桃不受霜冻，投资大棚是最稳妥的，不过一亩地要十万块。应对冰雹靠搭建防雹网。大面积搞果园，现场管理需专人负责监督、把控质量。我们还有自己的品牌与网店，也能通过收购果子销售弥补损失。”据其透露，“防霜冻烧烟一亩地约 200 块，大风扇五万左右，樱桃大棚一亩地投资达十万，防雹网插桩子投入超百万，成本高昂。但做与不做差别显著，采取防护措施后，挂果量、果子品质都更好，像温度降温在 3℃ 以内的话，小黄豆粒大小的冰雹基本能防住，虽说面对极端恶劣天气仍无奈，但有防雹网心里踏实，长远来看的话是能抵消成本的。”

正阳农作物种子农民专业合作社 XZG 表示，“我们合作社 2023 年刚种下果树，今年只有小范围的挂果，预计 2025 年大范围挂果，可能第六年才能收回成本。到现在已经投入约 2000 万，涵盖土地费、购买农机设备、化肥育苗、人工及场地建设费用，分拣间、冷库和成品果加工厂仍然在建设当中。未来果园将实现产收加工一体化，市场价格好时直接销售果品，当市场价格不行的时候，我们会考虑冷藏，果子能从每年秋天存到次年 5 月。应对灾害有诸多方法，如人工套袋、安装防雹网，还有传统土地管理手段。这个农场刚刚建立，暂时没有遭受灾害，不过依据我过去 30 年种植经验，烟熏、防冻剂、喷农药效果不佳且效率低，说明气候变化对农户收入、植物影响极大，人为操作力量有限。为了应对霜冻，我们打算购买大风机，依据风向反向吹风驱离冷空气，但购置、使用成本高、操作麻烦，目前尚未启用。冰雹危害很大，尤其在挂果的时候，现在常见的办法是安装防雹网，我们预计明年 3 月或 4 月大范围挂果前安装防雹网。土地管理上，我们还会在两排果树中间种菜、种草，利用菜的根瘤菌固氮保持肥力，用绳子拉平枝条抑制顶端优势、促进生殖生长，还会用药水滴树干提高萌芽率，覆地膜保水保肥、增温抑草。”

长兴街道永兴村丰收生态果业合作社负责人 ZXB 称，“我买了 500 亩农业保险，保费 24 元一亩，三百多亩是代理的。苹果树自然授粉，不需要人工干预。给果树补充钙和氨基酸预防苦痘病，铺的地布虽比地膜贵 2 - 3 元，但能管 5 年，今年一月没下雨，果园几乎不受影响，全靠地布保温保湿、防杂草。果园种草提高土壤有机质，控制草的生长能防虫，果树间种豆子，可以利用根瘤菌固氮。果子套袋可以防病虫害，还能提高苹果的品质，修剪

背上枝会防止养分空耗。我们还采用滴灌系统，春天施氮肥，六月初施磷肥，八月施钾肥，用除草机一天打完草。但大风天气仍难应对，栽了两圈防护林但是作用有限。”对于合作社成本支出方面，ZXB表示“套袋127亩，50万个袋子，平均1.2毛一个，总计6万元；农药一年三万，施肥20万，人工30万，水电费3万”。收益方面，“苹果商品率和单价虽高，但效益不算好，投资大又不能轻易放弃。天气好才有好收成，大风天无奈，农民出路或弃农从商，或换良种，早熟卖商人，晚熟留回头客。”

春林果业合作社TZM回忆，“2021年有次霜冻，不严重但影响产量，每亩减产约2000斤。应对干旱方面，我投资了6万到7万引入了一个滴灌系统，自己找厂家、安装、调试、使用，虽然不太智能，但解决干旱没问题。对于病虫害只能先防后治，像去年黑星病突发，虽然有按期打药，但是也是病发再治的。”渭源县云山镇桐乡村村集体经济合作社WYG介绍，“我们施肥比较多，还会覆盖黑地布，田间也会种植大豆，每年疏花疏果，选育优良品种，如瑞祥红品种可不套袋节省成本。作为村集体经济合作社，政府和果业中心负责开垦种植、制定农药肥料使用计划，我们负责后续运营。”

在应对农业生产中的各类气候风险挑战进程中，不同生产主体所施行的增量适应策略呈现出显著差异。小农户凭借对本地环境的深度熟悉，采取成本可控的传统手段；合作社则依托资金资源，运用前沿技术支持农业生产。二者有机互补，以各自契合的路径探索是适合自身条件的适应策略，为农业生产在复杂多变的气候条件下构建农业韧性发展提供了有力的实证支撑。

### 3. 基于本地知识的良好适应实践

利用传统知识与技能已经被证明可以最大限度地提高农作物产量并降低气候变化带来的农业减产风险。在调研过程当中，我们了解到在地社区的居民利用传统文化中的知识与技能，有效地减缓了气候变化对作物生产的负面影响。农户可以通过传统技能规划他们的农业生产活动，以降低风险并优化生产力。

宁西果品合作社负责人ZDH出身在渭源县农村，在从事苹果产业经营之前有着十余年的高速公路工程承包与修建经验。在初期转向农业领域时，ZDH依据此前修建高速公路的经验，选取了两个位于阳面的山头。这两座山头遥遥相对，山谷较为空旷，通风条件良好。他表示，“无论气候是否干旱，我们的优势在于土壤优良，主要是黄土，地下200米至800米全部为黄土，保湿性出色。此外，我们这里存在较大的温差，温差大使得苹果甜度高且营养积累丰富。倘若土壤不佳，比如沙土地，其保湿性就不好，一旦遭遇干旱，就必须大量浇水。而我们这里的水质即便在干旱时也无需大量浇水，主要还是看天气状况，只要下雨就比较理想，归根结底还是土壤的保湿性好。”若地理位置占据优势，在面临一些自然灾害时，相对其他农户而言，损失就会大大减少。

ZDH 详细介绍了自己的果园选址经历。“我自幼在农村长大，对周边地形非常熟悉，对于本土物产的优劣也有着直观敏锐的感知。常言说得好，一方水土养一方人，我们从小亲近自然，善于观察、总结，积累了丰富的与自然相处、顺应自然规律的经验。我原来是修建高速公路的，对于地形、气候条件都是比较熟悉的，这么多年所积累的乡土经验，再加上工作中沉淀的专业知识，在为果园选址时，我仔细考察过后，最终选定了这两个山头。把这边山头弄好以后，那边的山头再进行种植就有了经验。这两个山头的自然条件相对优越，土壤肥力、光照时长、降水情况等要素均符合优质苹果的生长需求，这样一来就从源头上保障了苹果的品质。”



图 1-10 渭源县一家专业合作社的老板利用向阳面的坡地，逐级修建苹果园，保证果树有更充足的日照，在雨水增多的情况下，排水比平地的果园更快，能够有效防涝。

2024 年 6 月云山镇清水村迎来了一场冰雹，当谈及这场冰雹的影响时，农户 HJF 表示，“倒春寒一直都有，但是我们这里地形比较好，不在凹陷的地带，所以没什么影响；今年 6 月的冰雹对我们的产量影响也很小。”

## （七） 苹果种植业气候适应策略实施的挑战及未来出路

### 1. 资金缺口是适应策略实施的掣肘

在本次调研范围内，种植生产大户普遍资金禀赋较好。枫林村丰年果业合作社果园管理员 YZH 提到，“我们合作社果库，药肥库等果园管理房屋齐全，生产工具小到锄头、锨把，大到农业机械、拖拉机、施肥机、采果平台、旋耕机、自动化水肥系统，都是配备好的，基本上果园现代化占百分之八十以上。”他们在过往经营历程中，大多积攒了较为可观的前期

资金，这使得他们在农业项目开展初期能够进行大规模的前期投入。然而，在收成不好的年份，基本没有收益。YZH 表示，“过去这八年种果子，有四年都遭受了气象灾害。2020 年和 2023 年，霜冻说来就来，花芽冻坏了，果子根本长不出来；2018 年和 2019 年又赶上冰雹，好好的果子被砸得坑坑洼洼，卖相全毁了，根本没人要。这几场灾害，每次一闹，损失起码得有百万以上。”但是即使在这样的情况下，合作社的人工成本（比如雇人套袋、去袋）和种植成本（比如肥料、农药等）依然要继续投入，高端技术与大型设施难以回本，导致未来资金缺口显著增大。YZH 还详细阐述了一下他们合作社的措施成本，“防霜冻烧烟一亩地需要 200 块钱左右，大风扇 5 万左右，大棚一亩地要投资到十万块钱，防雹网，插桩子投入要一百多万，这些措施成本太高了，要是个体农民根本搭建不起来。”

不少受访者还表示，如果资金到位会进一步发展合作社的硬件设施、改良品种等。春林果业合作社 TZM 对未来有着清晰的规划，“如果有足够的资金，我会进一步改造升级我们的滴灌系统，还会进一步改良品种，因为这些果树生长比较缓慢，而且口感还有进步的空间，挂果率也还得提升。提高果实的口感和挂果率就会提高合作社运营的经济效益。未来我还会考虑加装防雹网、防鸟网之类，然后再看看能不能改成喷灌，可能对上药率或者施肥率比较好。”

除了大型的合作社以外，个体种植户也有资金困难问题。来自安阳镇杨树村的农户 YQM 愁容满面地表示，“这几年种苹果可太难了！先说农资这块，肥料贵得离谱，不管是复合肥还是有机肥，价格一个劲儿地往上蹿，每次去买肥料，心里都得‘咯噔’一下，这成本越来越高了。农药也不便宜啊，防治病虫害的药越来越贵，种苹果的成本越来越高了。”

## 2. 劳动力资源约束适应策略的实施

苹果产业在其整个生产运营流程中展现出对劳动力需求的显著特殊性。在果树生长阶段，修剪工作至关重要，需要熟练劳动力依据果树生长态势与品种特性进行精细修剪，以保障树冠结构合理、通风透光良好。而到了果实发育时期，套袋工序不可或缺，这要求劳动力耐心细致，逐果操作，以预防病虫害侵袭与提升果实外观品质。待到收获季节，收果过程更是需要大量人力投入，确保苹果能在最佳采摘期被迅速、完好地采摘下来，从而维持果实的口感与储存性。

然而，在走访的过程当中，调研组了解到现在渭源县农村只有少量的青壮年人口，长兴街道永兴村四季果业合作社果园管理员 ZBH 表示，“我们工人工作年龄都在 60 岁左右，劳动力太少。对于冰雹、寒潮、大风等自然灾害，需要更多劳动力来挽回损失，但是现在青壮年劳动力很少。未来我觉得会朝着现代化发展，但是也还需要人工进行辅助的。”也有农户因为缺乏劳动力而减少了苹果种植面积，据白河村村干部 LXQ 介绍：“我们村由于苹果不套袋，成本更低，利润也就相对高一些。但是由于村内人口减少导致劳动力不足，果树种植面积今年由最初的 1000 亩缩减至 600 亩”。

### 3. 适度规模经营是应对风险的可行道路

种植苹果时，规模把控是影响种植效益与可持续发展的关键因素。种植者需充分考量自身的综合实力，包括资金储备、技术水平、劳动力资源以及市场销售渠道等多方面条件，来确定适宜的种植规模。若规模过大，可能面临资金周转不灵、管理不善、市场消化困难等诸多问题；而规模过小，则难以实现规模效益最大化，因此，必须结合实际情况，谨慎选择合适的苹果种植规模。

在走访的过程当中，不少人提到规模化、集体化也是苹果种植的未来发展的方向之一。如宁西果品合作社负责人 ZDH 表示，“对于气象灾害，农民个体能够采取的措施确实非常有限。即便采取了一些办法，也仅仅只能减少部分损失，要想完全避免损失依旧十分困难”。在农业发展方面，他认为规模化、集体化是一条更为可行的道路，比如成立合作社。相较于农户各自分散种植，合作社进行统一的规模化管理具有明显的优势。一些农户在种植过程中较为随意，缺乏科学管理和积极应对灾害的意识，而合作社则会积极主动地采取诸多措施来防范气象灾害，尽可能降低灾害带来的损失。

枫林村丰年果业合作社果园管理员 YZH 也提到，“在面对灾害时，我们会加大投资力度，积极采取措施，这样还能保住一些收成。同时，我们还会与其他地区的农民分享天气信息，以便大家都能尽早做好应对准备。农业生产很大程度上依赖于自然条件，可谓是靠天吃饭。当市场价格高但却没有足够的果实供应时，果农无法获得应有的收益；而当果实丰收但价格却很低时，果农同样会面临亏损的局面，这确实是个两难的困境，一切都要看老天的‘脸色’啊。”

### 4. 提升技术支持的覆盖率是适应风险的关键途径之一

要想改善渭源县苹果产业困境，强化技术扶持力度无疑是关键途径之一。临川镇杨树村农户 ZXY 多少有些无奈地表示，“我们没有足够的钱去找技术支持，说到底就是靠天吃饭。感觉一年比一年辛苦，可一年比一年卖的便宜。”这道出了无数农户的心声，传统的种植模式让他们在市场浪潮与自然变化面前显得格外脆弱。临川镇南山村村干部也深表忧虑，直言困难聚焦在技术层面，“我们年纪大了，干不动了，而且现在靠人力种地可不行，我们迫切希望能有更多智能技术支持农业生产，这样大家才能安心种水果、卖水果，多挣些钱。”杨树村农户 GYX 也同样感慨，面对反复无常的天气变化和气象灾害，农民往往束手无策，而借助机械技术，农业生产才有更好的发展前景。显然，技术改进对于渭源县苹果产业已刻不容缓，无论是智能种植、防灾减灾，还是机械化作业，引入新技术将为这片土地注入全新活力，有望扭转农户们“望天兴叹”的艰难局面。

## 5. 借助新媒体构建适应气候变化的社会支持网络

在农村资金与劳动力资源短缺的背景下，对于渭源县苹果产业发展，还需要做好适应气候变化的社会网络构建，而当下蓬勃兴起的新媒体行业，诸如直播带货等新兴模式，不失为一条极具潜力与可行性的破局之道。临川镇柳林村农户 LGX 满心无奈地说道“我们眼巴巴盼着把水果卖出去，村里也曾想过借助新媒体的东风开直播间，可村里年轻人少，大家对网络知之甚少，直播间根本开不起来。现在落果只能靠统一收购和散户购买，散户购买占比少，价格相对比较低。我们真心希望未来能有更多资金与技术支持，让水果卖出好价钱。”农户 ZXY 也感慨万分“当下，农药、种子越来越贵，我们本想着搞直播拓宽销路，却因为不懂网络只能放弃。”农业生产如今离不开技术革新与宣传推广，技术过硬，产量才有保障；宣传到位，产品才有市场，像新媒体宣传就能搭建起农户与消费者的直通桥梁，构建起双方联系的一张社会网络，把渭源县苹果的好品质、好口感传递出去，吸引更多目光，提升品牌知名度，更好的“走出去”，让果农们的辛苦付出得到更丰厚的回报，为渭源县苹果产业注入源源不断的发展动力。

## 二、都市农业转型发展的气候适应案例 重庆雾江区调查

### 重庆雾江区调查组

#### (一) 重庆市雾江区农业产业概况

雾江区属重庆主城区，位于重庆中心城区西南部，前身是千年历史名邑巴县。雾江区幅员面积 1825 平方公里，占重庆中心城区面积的 1/3。根据雾江区政府网站显示，雾江区下辖 9 个街道，14 个镇，198 个行政村，常住人口 120.64 万人。雾江区是农村面积大、农民人口多，农业比重高的区。全区农村面积 1750 平方公里，占总面积的 95.9%以上，是重庆市发展都市农业的典型区县，在雾江区的十四五规划里定位为重庆市大花园、三农大基地、全民大健康基地。

雾江区位于长江南岸丘陵地带，地质地貌形态复杂多样。全区土地以丘陵为主，低山次之，平地较少，分别占全区总面积的 62.3%，33%和 4.7%。土壤类型有水稻土、紫色土、黄壤土、潮土和石灰土等。根据最新土地利用变更调查成果，全区耕地面积为 575.99 万平方米。

作为重庆中心城区农业基地，雾江区粮油、果蔬、茶叶、渔业等农产品产业特色突出，是距重庆中心城区最近的“米袋子”“菜篮子”“果盘子”保供基地。依据 2024 年重庆市雾江区国民经济和社会发展统计公报，2024 年全区粮食总产量 22.0 万吨，增长 0.4%。农业总产值 87.7 亿元，按可比价计算，增长 3.1%。

雾江区在推进农业产业结构转型升级的进程中，逐渐形成了以石龙、接龙片区为重点的特色粮油产业集群；沿羊鹿山—阳光谷—黄金林分布的高山桃李产业带；沿五布河流域的低山河谷地带分布的低山柑橘产业带；以天坪山为核心区域的翠冠梨种植带；以鹿角—界石—南彭、南温泉—樵坪山、南彭—忠心槽谷地带以及自由—红炉—金田为重点的精品削水果种植区；和在南彭、界石片区，木洞、丰盛片区，石龙、接龙片区以及中坝岛（莲花街道大中村）等区域建设相对集中成片的万亩专业化蔬菜生产基地。

#### 1. 双林镇新田村

雾江区双林镇新田村位于天坪山脉的天坪山上，村域面积 9.68 平方公里，辖 10 个村民小组，现有村民 1155 户、2713 人，其中党员 119 人。新田村以旱作农业为主，耕地类型多为平地，依托自身良好的生态和资源优势，双林镇新田村大力发展梨、花卉苗木等特色产业，培育形成了 6000 亩翠冠梨、3000 亩花卉苗木的主导产业。以国家级示范合作社“悦丰早熟梨合作社”为龙头，带动周边 700 余农户种植翠冠梨，年产量 750 万斤，销售收入 5000 万元，成功创建以“翠冠梨”为主导的第三批市级“一村一品”示范村；花卉苗木产业依托

国家 4A 级旅游景区，大力发展乡村旅游，年接待游客 100 余万人次，年旅游综合收入达 1.6 亿元。梨和花木两大主导产业综合收入超过村经济总收入的 60%。天坪山梨获得绿色食品标志，翠冠梨成功申报国家地理标志，被评为全国名特优新产品，实施地标保护工程，进一步提升品牌价值及产品市场竞争力。

依托梨和花卉苗木产业优势，新田村推动产业融合发展，积极培育“农业+体验”“农业+增值加工”“农业+观光+休闲+文化+养生”的新业态，提高产业综合效益。通过持续举办梨花节、采梨节、格桑花节等节会活动，带动乡村旅游，促进市场销售。村集体推动农业全产业链建设，完成 2120 亩老梨园标准化改造，提升梨园生产标准化管理水平；建成翠冠梨产地仓库，通过预冷、分选、包装、冷链配送，将鲜果的损耗率从 20-30%降低至 10%；同时引进梨膏加工企业，对残次果进行梨膏加工，提高产品附加值。

针对翠冠梨这一标志农产品，新田村不断提升农业生产科技含量，促进产业提档升级。一是建成 500 亩智慧梨园，利用物联网、大数据、智能监控等先进技术，实现梨园生产的信息化、数字化和智慧化升级。二是建成 3000 亩梨园水肥药一体化设施，降低人工成本，提高水肥利用效率，提升经济效益。三是建成智能化水果分级包装线，通过对梨的外部特征（大小、色泽、瑕疵等）及内部生理特征（糖度、霉芯等）进行在线无损检测与分选，每小时可分选 2.7 吨，极大提升分选效率，实现优质优价。四是实施梨产业全程社会化服务，为小农户提供单环节、多环节、全程生产托管等多元化的选择，通过统一购买农业生产资料、实施大规模的农业机械化操作及标准化生产作业，有效降低生产成本，提高产品质量。

## 2. 清河镇碧云村

碧云村全村占地面积为 12.6 平方公里，森林覆盖率达到 60%，平均海拔 700 多米，位于山顶。气温常年低于主城 3-5℃，水资源丰富，有小二型水库一座，山坪塘 50 余口；人文历史厚重，有明末清初古寺，有贵州到重庆的千年商贸古驿道，有保存完好明清风格浓郁的古建筑群历史遗迹。辖区有 7 个村民小组，户籍人口 1241 户 3301 人。土地成块状，地形主要是山地和丘陵，典型的山地农业。碧云村劳动力外流较多，3000 人口只有 700 人常住，欠缺劳动力，多为留守老人；碧云村也多采用机械化节省劳动力，节约成本，也让出品的农产品品质更好。碧云村还成立了合作社，经营权交给集体，统一经营。

碧云村和西南大学，重庆市农科院等科研院校合作开展了科技助农合作。西南大学对碧云村开展了点对点进行技术指导，技术创新，通过把农产品做成具有地方特色的农产品，增加农产品附加值。山地无法实现规模种植，采取售卖农特产品才会有利润。重庆市农科院向碧云村提供帮助支持以应对气候变化影响，针对种植季连续阴雨，用科学手段将种植季节错开；采用水肥药一体化、智能化全手段（政府会有一定补贴），将农药、水、肥进行智能配比，成本 1000 多元一亩，发展智慧农业。在高标准农田改造上，打造机械化的大块农田，

提高农田利用率。另外，村庄充分动员村民参与社会治理。四十个人固化，再分成若干小组，创立农业服务公司，服务达到一万亩。

### 3. 北寺镇临湖村

雾江区北寺镇临湖村位于北寺镇最南端，坐落于海拔约 700 米的清和坪上，幅员面积 8.5 平方公里。2015-2018 年期间村庄还非常贫困，水电设施缺乏，现已实现道路水电全覆盖，是该区域第一个实现该成果的村庄。该村通过组织村民，建设村文化节日，组唱村歌，发动村民通过各种渠道展现当地文化特点，宣传当地生态环境，增加外部对村子的了解与认知度，以此来引起农业专家与各级政府部门的关注和重视，并获得资金用于当地发展。现该村已经获得与多所高校建立合作关系。该村在 2023 年被评为巴渝和美乡村五星乡村，并于当年参与央视乡村相关拍摄采景地。

临湖村借助地理优势打造观景平台。站在观景台上远眺，云雾与观景口水库、大桥、青山绿树相映成趣，构成一幅流动的巨幅画卷，吸引不少游客慕名前来打卡云端美景。近年来，临湖村持续推进乡村振兴，参加和举办“临湖村丰收节美食大赛”“田间地头唱村歌”“北寺镇 2023 年村晚文艺演出”“春耕文化节”等活动，丰富了村民的文化生活，实现农、文、旅融合发展。

村子拥有 2 千亩左右可耕种土地，都处于丘陵地带，机械化不便。在这一限制条件下，该村不搞规模经济方案，而是选择绿色种植道路，发展绿色产业，不使用农药化肥，用环保酵素耕种，宣传当地特色品牌来创造经济效益。该村拥有油茶种植 210 亩，水稻 1000 亩，拥有大米加工厂，烘干厂房，种植太子参等中药材，2024 年自主种植猕猴桃，拥有猕猴桃基地，李子基地等农业基地，并有养猪等畜牧业，但由于 2022 年高温干旱、猪瘟影响曾遭受巨大损失。此外该村还有通过发展订单农业的方案来避免市场价格波动影响。该村也发展人文旅游，通过改造危房，设立村文化节日，发展向外地游客包地种植等措施吸引旅客到村旅游。

### 4. 清河镇渠下村

渠下村是重庆市雾江区清河镇下辖的行政村。渠下村下辖 6 个村民小组，870 户 2287 人，村党委有 3 个网格党支部，6 个网格党小组，党员 70 人。2023 年，渠下村以“党建引领·百村振兴”为契机，村企共建采取“村党组织+经济联合社+企业+农户”的经营模式，投资 1000 万余元发展药材种植，带动 113 户农户土地入股，提供就业岗位 100 余个，发放劳务费 120 万余元，持续助力村民稳定增收。

渠下村合作社管理的土地接近九千亩，其中药材套种玉米的面积在两千亩以上，水稻种植七八十亩。整个合作社有五十多人负责，经营的土地类型以坡地为主。村合作社下属管理一家农机公司，为村里农业生产提供了基本农机保障，包括有拖拉机、耕地机，收割机等等。

由于合作社内有大量土地为玉米药材套作，药材管理无法采用大规模机械处理，除草打药等操作需要人工，合作社在农忙最多的时候有七十几个人，正常情况下有四五十个人，长期在地里完成日常耕种工作。

## （二）雾江区区域气候特征

### 1. 雾江区气候和气候变化分析

重庆市雾江区年平均气温在 16°C~19°C 间波动，多年平均值为 17.1°C，1971-2024 年，雾江区的气温总体呈随时间波动上升的趋势，线性趋势约 0.28°C/10 年。近三十年平均降水量 1126 毫米，1995 年后降水的年际差异变大。1971-1995 年，雾江区降水量基本在 850 毫米-1250 毫米之间，标准差为 122 毫米，1996-2024 年，降水的波动范围扩大到 750 毫米-1620 毫米，标准差增加为 214 毫米。1971-2024 年，降水量总体呈增加趋势，线性系数为 20 毫米/10 年。

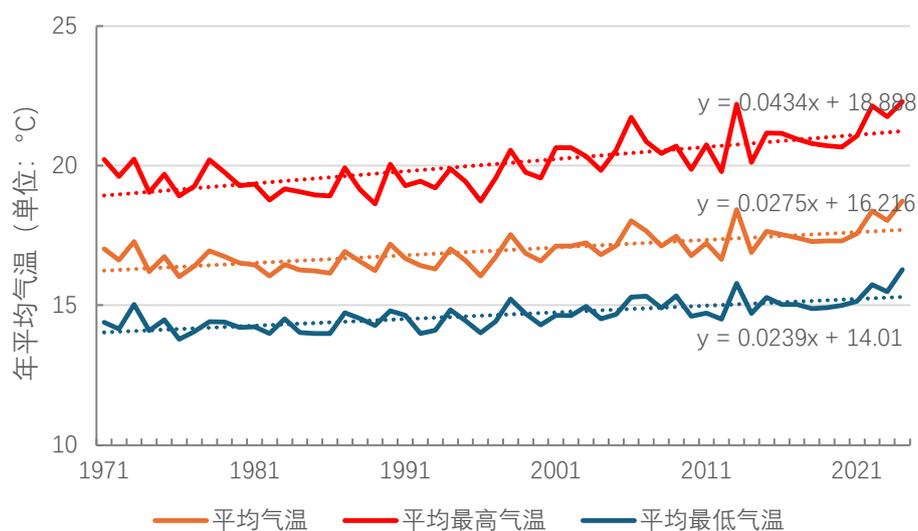


图 2-1 雾江区 1971-2024 年平均气温变化

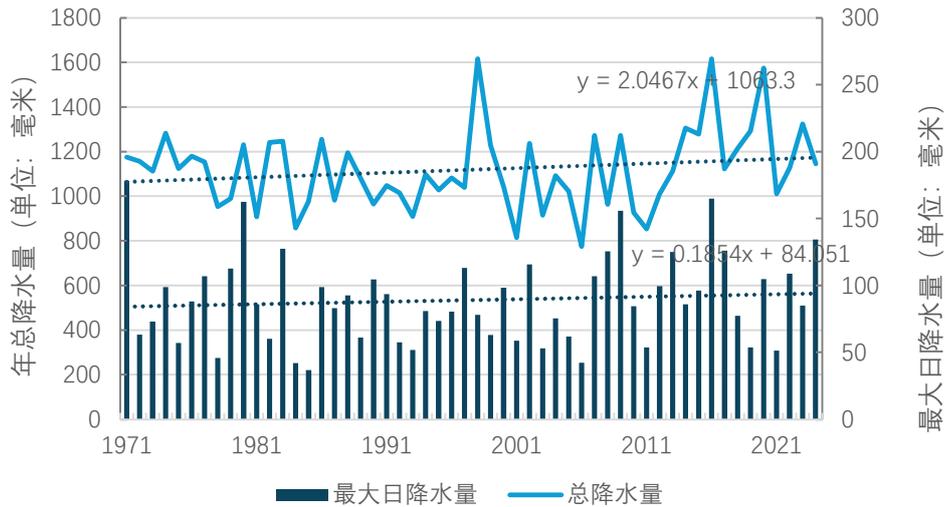


图 2-2 雾江区 1971-2024 年最大日降水量和总降水量变化

## 2. 翠冠梨生长期气候条件分析

翠冠梨属于早熟梨，生长期在 3 月中旬-7 月中旬，其中 3 月下旬-4 月中旬开花，4 月下旬-6 月果实膨大，7 月上旬成熟。参考实地调研中果农对翠冠梨不同生育期关键气候变量的认识，分析雾江区翠冠梨全生育期平均温度、降水量；5-7 月上旬气温日较差、5-7 月上旬日照时数、7-8 月高温干旱、9-10 月平均温度。

对早熟梨气候品质的分析发现，在果实膨大至成熟期间，当日最高气温超过 35°C 时，果树停止生长，因此对翠冠梨的高温阈值使用 35°C。

雾江区翠冠梨生育期平均气温在 18.5°C~22.5°C 之间波动，多年均值为 20.6°C。随时间上升的趋势非常明显，特别是平均最高气温上升线性趋势系数达 0.44°C/10 年，远超过平均气温上升的趋势 0.25°C/10 年和最低气温上升的趋势 0.23°C/10 年。总降水量约 600 毫米，也有随时间上升的趋势，系数为 18.8 毫米/10 年。降水量的年际变化较大，2020 年生育期降水量达 930 多毫米，2000 年则仅有 380 毫米。特别是近 30 年，降水的波动进一步增大，1971-1995 年生育期降水量的标准差为 93 毫米，1996-2023 年增加为 155 毫米。

雾江区翠冠梨种植受高温影响较大，最高气温的快速升高可能进一步加大高温的不利影响。

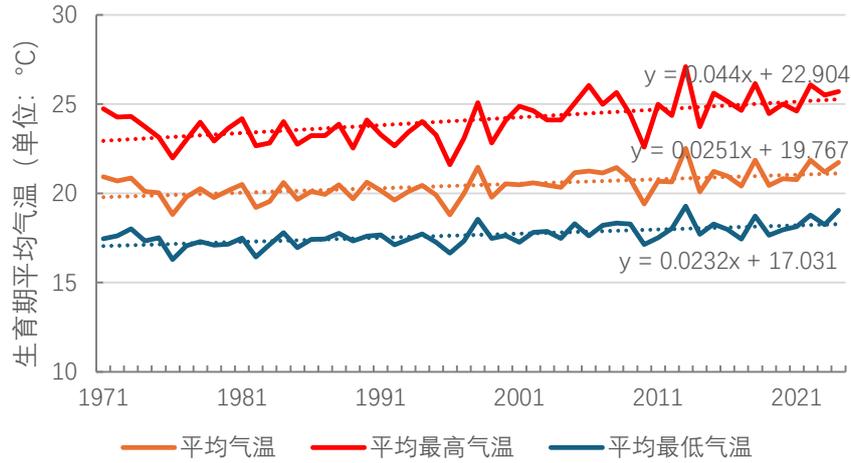


图 2-3 雾江区 1971-2024 年翠冠梨生育期平均气温变化

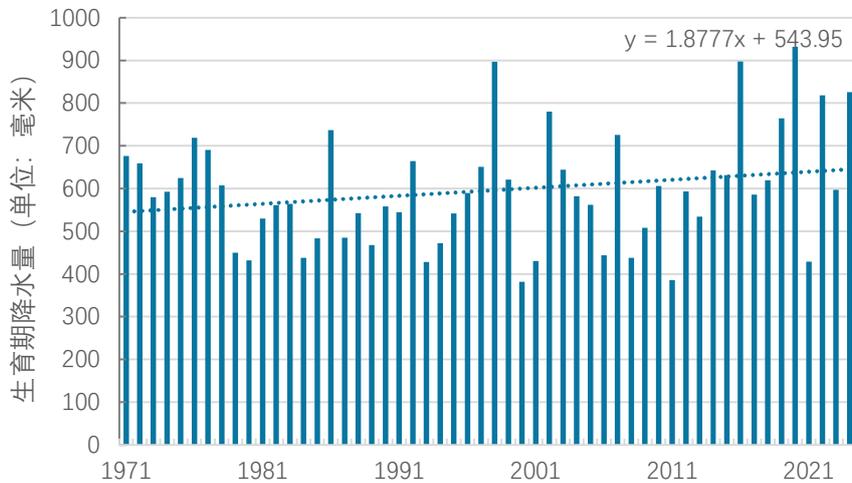


图 2-4 雾江区 1971-2024 年翠冠梨生育期降水量变化

在 5-7 月上旬的果实膨大到成熟期，气温的日较差越大，日照时数越长，越有利于累积糖分。1971 年以来，雾江区 5 月-7 月上旬的日较差总体呈上升趋势，但有明显的阶段性特点。在 2000 年前，变化趋势不明显，年际波动也较小，1971-2000 年平均为 6.0℃。进入 2000 年后，日较差的年际波动增加，近 50 多年的最低值出现在 2010 年，为 4.9℃，在 2011 年出现最高值 8.3℃。雾江区 5 月-7 月上旬日照时数的年际波动非常明显，多年均值在 277 小时，总体呈下降趋势，特别是在 2010 年后下降明显。

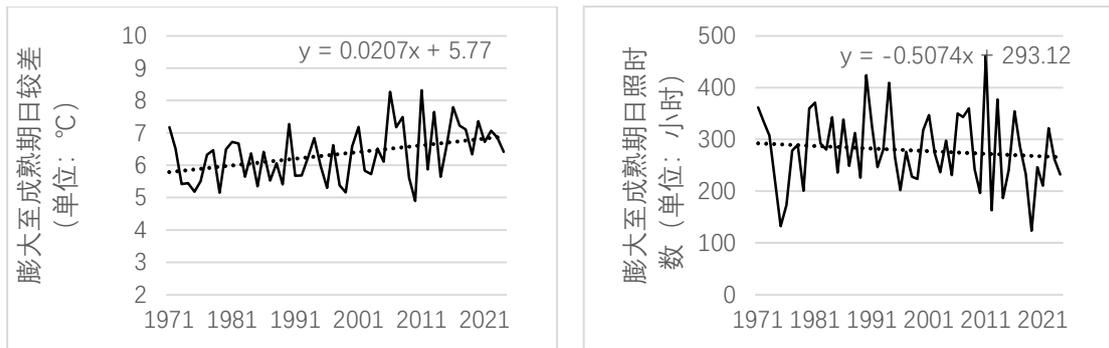


图 2-5 雾江区 1971-2024 年翠冠梨果实膨大至成熟期气温日较差变化（左）及日照时数变化（右）

近些年，翠冠梨受二次开花影响显著。对 7 月-8 月高温干旱和 9-10 月平均温度的分析发现，雾江区 7 月-8 月引起翠冠梨停止生长的高温日数迅速上升，线性趋势达 4.7 天/10 年，由 1971 年-1990 年均值 2.1 天，迅速增加到 1991-2024 年的 13.6 天，2001-2024 年的 22 天。与生育期内不同，雾江区 1971-2024 年 7 月-8 月的降水量呈下降趋势，线性趋势 5.3 毫米/10 年。

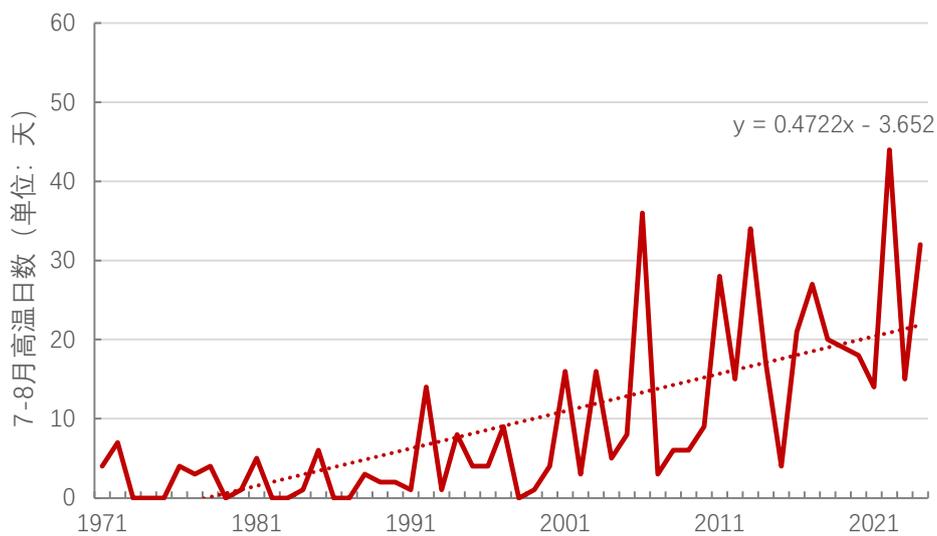


图 2-6 雾江区 1971-2024 年 7-8 月高温日数变化

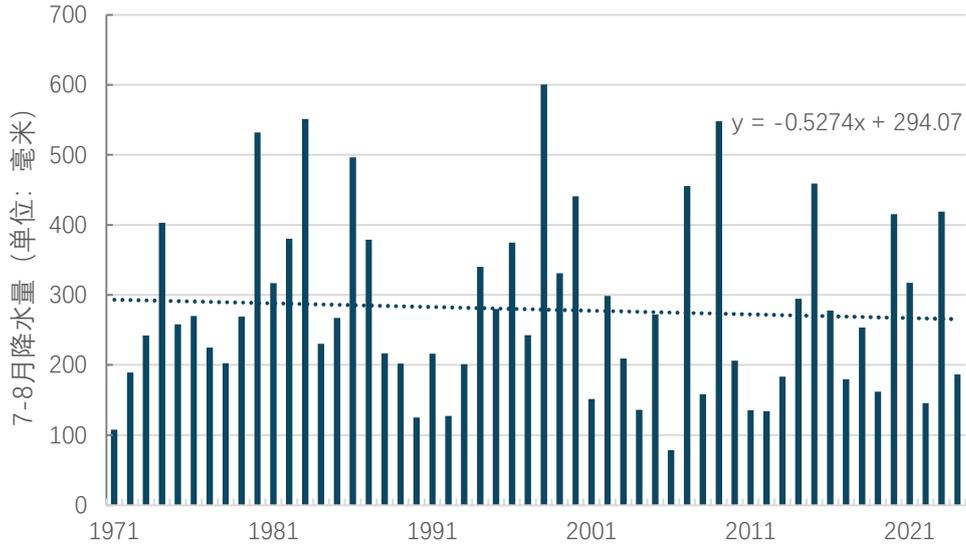


图 2-7 雾江区 1971-2024 年 7-8 月降水量变化

理论上 3 月发芽一直到 11 月落叶，都属于梨树的生育期。7 月采摘结束并不意味着生育期结束。高温干旱的气候条件、果树管理中的施肥措施，以及九到十月的温度和降水情况，共同导致了梨树的二次开花，这是一种生育期紊乱的表现。

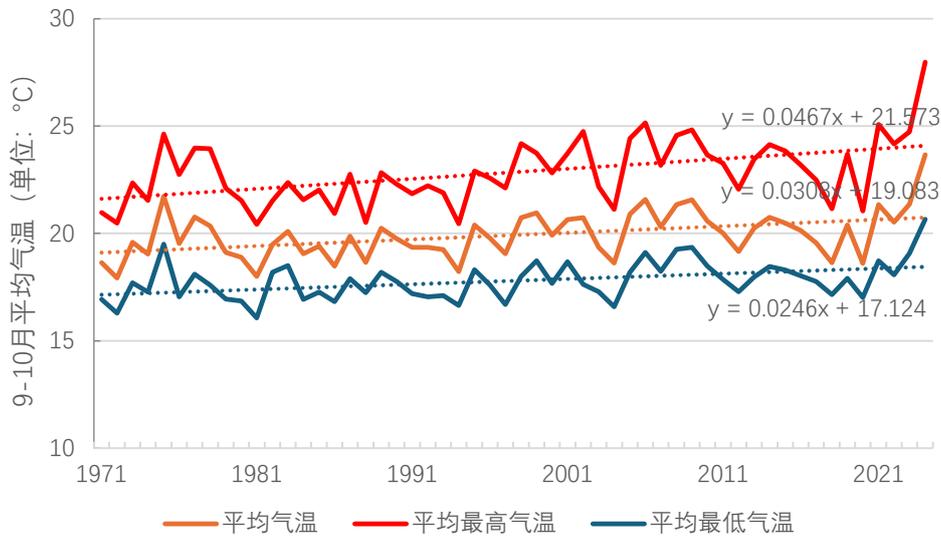


图 2-8 雾江区 1971-2024 年 9-10 月平均气温变化

### 3. 猕猴桃和水稻关键气候变量分析

3 月-8 月是雾江区猕猴桃和水稻的生育期，对历年这一时段气温、降水等要素的分析发现，与翠冠梨类似，雾江区猕猴桃和水稻生育期平均气温在 20.2°C~23.7°C，近 30 年平均值为 20.6°C，1971-2024 年线性趋势为 0.28°C/10 年。平均最高气温的升温最为迅速，1971-2024 年线性趋势为 0.49°C/10 年。平均最低气温的趋势最为和缓，为 0.25°C/10 年。

3-8月降水量在1971年-2024年呈增加趋势，上升趋势为10.8毫米/10年。在1995年后，降水量的年际波动变大，1971-1995年降水标准差为99毫米，1996年-2024年增大为198毫米。对降水距平百分率的分析也发现1996年以后雾江区3月-8月降水频繁比常年均值多20%。分析日降水量超过50毫米和100毫米强降水日数的变化发现，近20年，雾江区3-8月期间强降水日数处于相对较多的阶段。1971-2005年，日降水超50毫米的年平均发生频次为2.1天，2006-2024年为2.9天，超100毫米的分别为0.26天和0.6天，强降水发生频次明显增多。

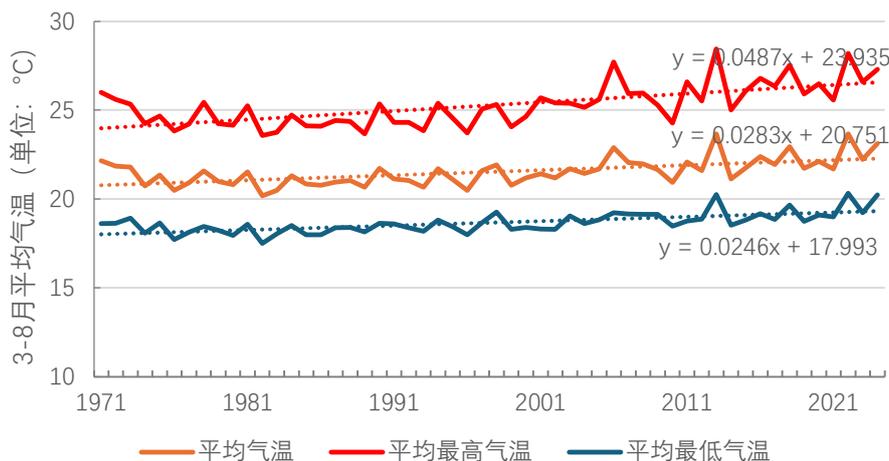


图 2-9 雾江区 1971-2024 年 3-8 月平均气温变化

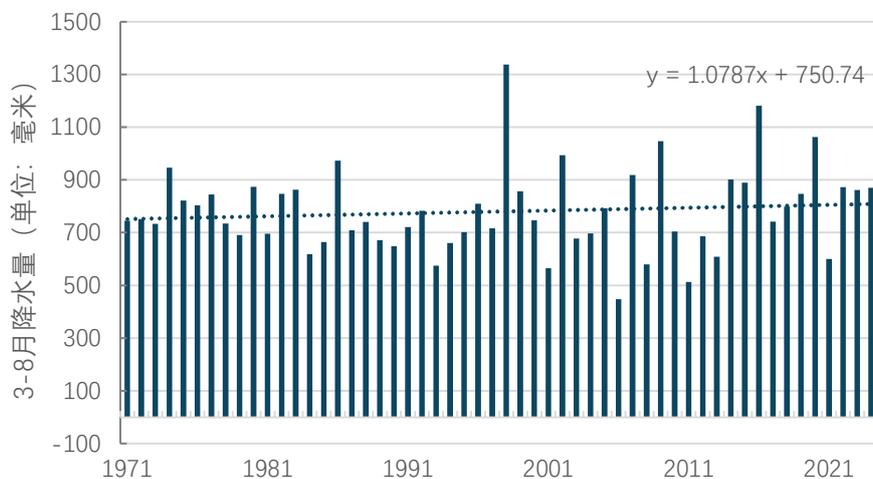


图 2-10 雾江区 1971-2024 年 3-8 月降水量变化

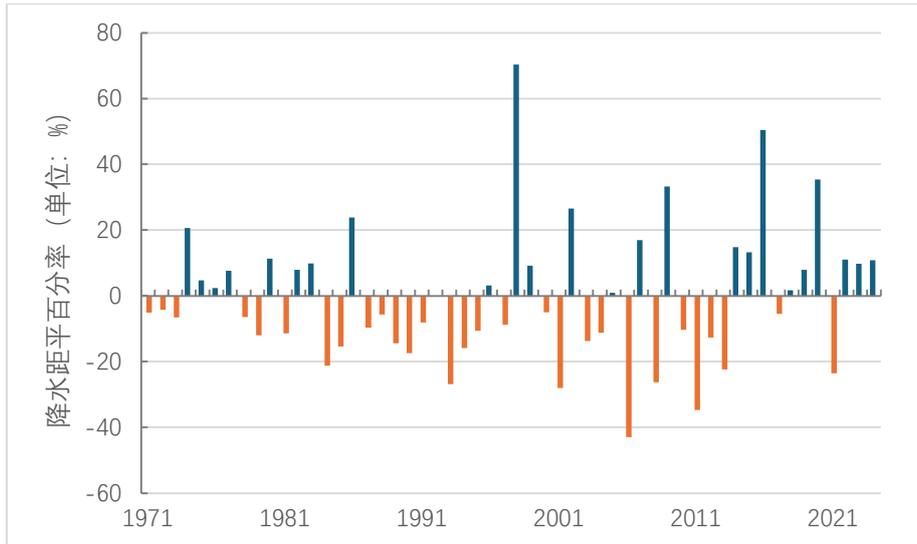


图 2-11 雾江区 1971-2024 年 3-8 月降水距平百分率变化

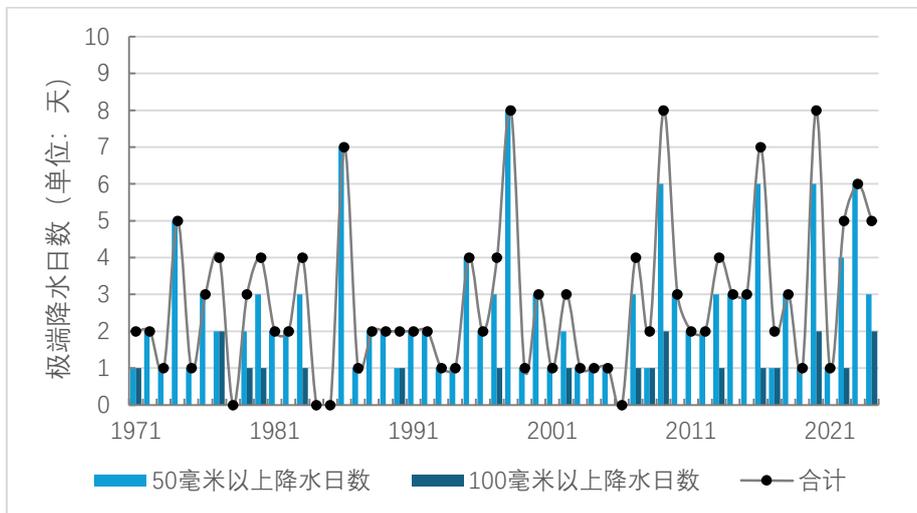


图 2-12 雾江区 1971-2024 年 3-8 月极端降水日数变化

#### 4. 猕猴桃和水稻热害分析

在 3 月-8 月中连续 3 天（含）日最高气温超过 35°C 记为一次高温事件，统计每年高温事件危害热积温发现，雾江区水稻高温危害热积温在 1971-2024 年呈显著的增加趋势，在 1990 年前雾江区很少出现水稻高温事件，在 1991-2005 年，开始频繁出现高温事件，但频次和危害热积温均相对较低，2006 年以后，仅有 2007、2008、2015 三年没有出现水稻高温事件，其他年份高温日数和危害热积温均处于较高的水平。

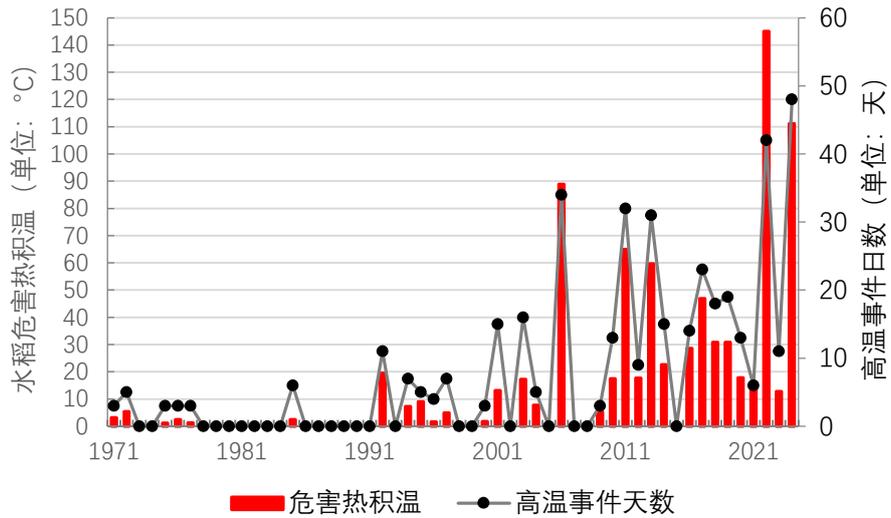


图 2-13 雾江区 1971-2024 年 3-8 月水稻高温事件与危害热积温日数变化

猕猴桃在连续 3 天日最高气温达到 37°C 或连续 6 天日最低气温高于 20°C 同时平均气温高于 27°C 时受热害影响。对 1971-2024 年逐年猕猴桃高温事件的分析发现，连续 6 天日最低气温高于 20°C 同时平均气温高于 27°C 的事件出现频次呈波动略有下降的趋势，线性系数为 1.8 天/10 年，轻度高温事件日数增加，线性趋势系数为 0.43 天/10 年，重度高温事件日数下降，趋势为 2.2 天/10 年。但连续 3 天日最高气温达到 37°C 的频次增加显著，且有明显的阶段性。在 1971-2010 年的 40 年中连续 3-5 天最高气温达到 37°C 的日数合计为 23 天，连续 6 天及以上最高气温达到 37°C 的日数合计为 17 天，而在 2011-2024 年的 14 年中，这两级高温日数分别为 90 天和 47 天，远超过前 40 年的频次。

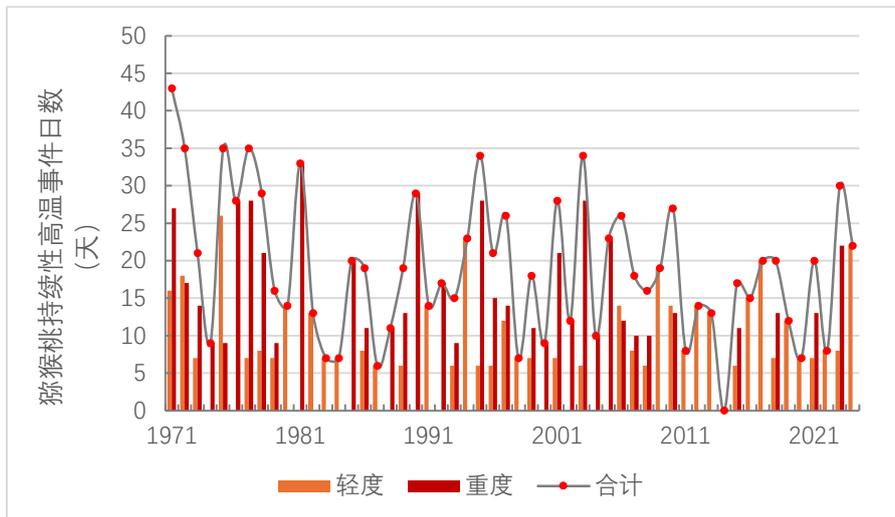


图 2-14 雾江区 1971-2024 年 3-8 月猕猴桃持续性高温事件日数变化

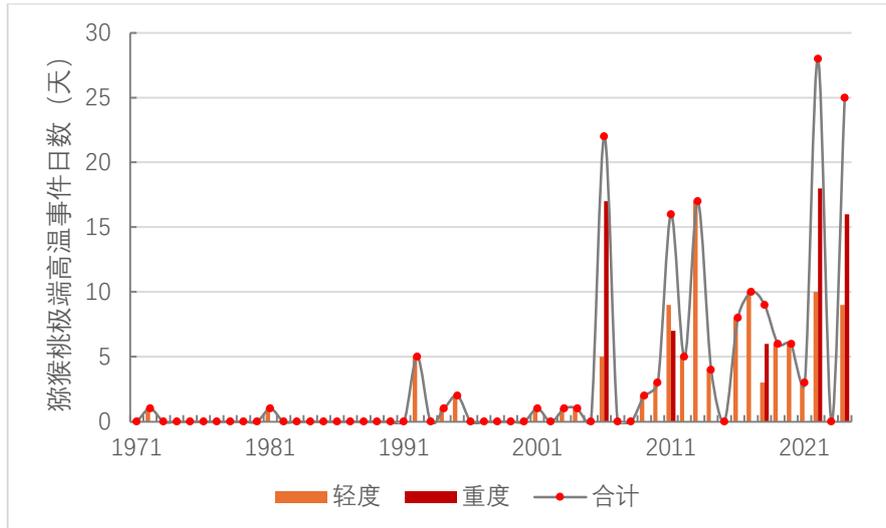


图 2-15 雾江区 1971-2024 年 3-8 月猕猴桃极端高温事件日数变化

### (三) 气候变化对雾江区农业生产影响

#### 1. 2022 年南方高温干旱影响下的生计转型

据重庆市应急管理局关于“2022 年全市自然灾害情况通报”的内容显示，2022 年重庆市平均气温、高温天数、高温强度、降雨量（少）等多项指标创 1961 年有完整气象记录以来的同期极值<sup>10</sup>。与近 5 年同期均值相比，干旱灾害受灾人数、因旱需生活救助以及造成的农作物受灾和直接经济损失分别增加 9 倍、12 倍、15 倍和 23 倍。雾江区中东部地区晴热干旱天气，全区有 17 个镇街达重度伏旱，6 个镇街达轻度伏旱。受干旱灾害影响，雾江区 13 个镇街受灾，直接经济损失 600 多万元<sup>11</sup>。

项目组调研过程中发现，**不论是个体农户还是规模化种植的经济合作社，都面临气候变化，特别是 2022 年高温干旱天气的直接影响。**例如，清河镇渠下村农户 BWZ 一家六口人，自己和老伴在家种地，基本能够实现自给自足。据 BWZ 回忆，自己所在村庄在 2022 年以前有 70-80% 的耕地都是水田，高温干旱导致土地受到破坏，无法囤积水分，难以继续种植水稻，现在村合作社选择以旱作玉米套种药材为主要经济来源。对于农户自身家庭而言，BWZ 以前家里种植 4 亩多水稻，但是由于 2022 年连续 40 多天的高温干旱天气造成耕地土壤破坏，直接影响土地的蓄水能力，土地自身的修复时间预计需要三年以上。因此，对 BWZ 而言高温干旱对家庭水稻种植的影响是长远的，农户改变了家庭旱、水种植模式的选择，最终自己选择改种玉米。农业合作社负责人 CGB 的表述也进一步印证了农户 BWZ 的说法，据该负责人介绍，当前村合作社土地面积总计接近九千亩，其中药材两千亩以上，水稻合计有七八十亩；水稻种植面积所占比例较小，背后原因也是因为 2022 年的高温干旱，很多地没办法进行水稻种植了，所以改为玉米和中药材的套种，合作社希望通过药材种植来为合作

<sup>10</sup> 市应急局. 2022 年全市自然灾害情况通报. 渝减办〔2023〕5 号.

<sup>11</sup> 数据来源于重庆市雾江区应急管理局

社获取更高的经营收入。但是，这一种植模式的改变也带来一些新的问题亟待解决。村里合作社下属有一个农机公司，为合作社的农业生产提供了农机基础，包括拖拉机、耕地机，收割机等等。由于玉米-药材套种，农机并不能充分发挥其高效生产率的作用。由于合作社内有大量土地为玉米-药材套作，药材管理无法采用大规模机械处理，除草打药等操作需要人工，合作社在农忙最多的时候有七十几个人，正常情况下有四五十个人，长期在地里完成日常耕种工作。合作社的投入有农机、肥料、虫药以及人工成本，所以只要不下雨合作社的人天天都做工，无疑增加了用工成本。加之今年的药材种植还在投资探索阶段，没有实现规模化收入。

农户 LY 今年 74 岁了，家里就老两口，两个孩子都在外打工。家里种植有五亩水稻，四亩玉米，少量其他蔬菜类作物。因为缺少劳动力、蓄水和干旱损坏土地等问题，目前只有一块平地用于水稻种植，坡地都没有栽种。半山腰一半的耕地都弃耕了，其他地块有种玉米。回忆 2022 年那次高温干旱，他说道“那次高温干旱比较严重，有百分之五十的收成，损失了半数。那时候只能引自来水来种地。2023 年受 2022 年高温干旱的影响，只种了能蓄水的地块，大概有 20%的地种不了。”总体来看对 LY 来说，2022 年高温干旱主要影响当年和次年的种植，2024 年就恢复的差不多了。但是家庭种植结构的变化是长期的，从水稻种植为主转向了水稻种植与旱作玉米种植的结构变化。

临湖村是雾江区北寺镇的有名村庄，正在探索文旅融合发展的乡村振兴之路，获得 2023 年度巴渝和美乡村示范村的荣誉称号。拥有“云上村庄”这一美称的临湖村也面临气候变化的挑战。临湖村合作社社长 YXB 介绍，村集体一共有近 1000 亩土地，既有平地也有坡地，大多数是山坡上的坡地，种植有水稻、玉米、大豆、红薯，也有猕猴桃、蓝莓、梨、油茶和一些中药材。2022 年的干旱比较严重，甚至导致居民吃水都很困难，对水稻、油茶和猕猴桃等种植有比较大的影响。坡地上的耕地因为干旱影响，蓄水困难，导致水稻几乎没有收成；合作社通过日夜不停的浇水勉强保下了油茶幼苗；2022 年以前，200 亩猕猴桃交由其他承包人经营，受 2022 年干旱影响，亏损比较严重，2023 年原厂主放弃管理，果园荒废，今年由原厂主交由合作社经营管理，并重新开始修缮果园。谈及今年与未来的影响，YXB 说道：“猕猴桃今年 7 月也遭遇了干旱，果园内大多数果树树叶被晒干，一部分果实被晒烂在果树上；而且今年突然下了冰雹，刮起大风，遇到强对流天气，也造成了很多损失，让我们措手不及；近几年天气温度不断变高，下冰雹可能发生的时间变长，灾害天气发生概率增高。”

临湖村蓝莓种植户 ZZQ 一共种植有 10 亩地，种植的作物都是蓝莓，种植了 10 年，种植面积没有什么变化。耕地在两座小山之间的峡谷，是坡地。家庭收入主要来源于一人外出务工收入和售卖蓝莓收入，外出打零工的收入一年可以挣到两三万元，售卖蓝莓一年产量大约有一两千斤，平均价格一斤三四十元。以前蓝莓产量好，大概一年有 4000 斤，但是近几年的产量在不断下滑，收入也在减少。谈及气候变化影响，ZZQ 表示干旱会对蓝莓种植造成

比较明显的影响。2022 年重庆大干旱，导致蓝莓直接没有收成，而且还死掉了大约 20%的蓝莓果树，并且损失掉的 20%植株是长期影响。

## 2. 山地气候资源开发利用的成本收益

山地气候呈现出“梯变效应”<sup>12</sup>，为特色气候资源的开发利用提供了宝贵机会。调研组发现，雾江区双林镇新田村遵循生态系统，因地制宜，挖掘山地气候资源和气候“小生境”等，突显其特色，发展异于平地的农业生产、旅游活动等，获得了丰厚的经济回报。

双林镇新田村农户 ZJ 表示“温度感觉比以前会更高点的，冬天也更加暖和，但是对梨的生长没有很大影响。这里气候灾害不是很多，基本上没有很大的气候灾害。”谈及 2022 年 7-8 月份的高温干旱，她表示对梨没有什么影响，因为那个时候梨已经成熟了。政府几乎每年都会派专家下来对梨树种植户进行培训，内容包括冬天果树修枝和刷白、三月份开始的疏花疏果。新田村农户 ZYX 也表示家庭没有什么受灾经历，有一年有干旱，村中缺水，但由于水稻一般种植在沟渠中，土壤条件较好，使水稻没有过于缺水并未造成损失。大风、大雨、冰雹发生频率极低，而且基本都与作物开花收获错开了时间，因此对作物基本没有影响。

通过种植翠冠梨给村集体和村民带来了丰厚回报。双林镇的翠冠梨现在已经有了自己的冠名叫“翠冠梨”，获得了绿色食品、农产品地理标志、国家地理标志产品、全国名特优新产品、重庆名牌农产品等众多认证。双林镇新田村农户 ZJ，家里总共有 10 多亩耕地，多为平地，种的都是翠冠梨。一亩地种 55 棵树，现在一亩地能产 2000 斤左右，一斤梨子能卖六元，总共收入可以达到 12 万元。气候条件相对好的时候一棵树能产 100 斤，不好的时候也能产 50 斤左右。她测算过种植翠冠梨的成本收益，发现收益远高于成本。应对炭疽病打药一年总共需要 2000 元左右，农家肥总共 5500 元左右，化肥总共大概需要 400 左右。如果换用村集体的水肥一体化设施，一亩地需要 30 元，共计 300 元。她表示，种植翠冠梨虽然收益高，但是没办法扩大面积，因为种这个收益高，村民都想着自己种，没有人愿意把土地流转出去。

新田村悦丰早熟梨合作社负责人 HXQ 表示，合作社的单位生产成本与农户并无太大差别。每亩农田大概施肥 3 袋到 4 袋，每亩的成本为 400-500 元。每亩喷洒农药的成本为 200-300 元。雇佣农民工每小时 15 元工资，按小时支付工资。肥料投放以及农药喷洒使得病虫害较少，梨子品质较高，长势较好。目前该农业合作社种植收入已经覆盖了成本，每年都有净利润收入。通过投资建设自动分拣流水线，还会进一步减少人力成本。

---

<sup>12</sup> 邓亚静，明庆忠. 山地气候梯变效应与特色气候资源的开发利用. 地球科学与环境学报, 2007 年, 第 3 期, 页 312-315.

### 3. 高温干旱胁迫下梨树二次开花

在调研过程当中，调研组发现新田村部分梨树九月到十月份出现了二次开花，主要原因可能是夏季高温干旱后秋季温湿度回升明显，导致梨树生理周期出现一定程度上的紊乱。调查中发现，在气候条件平稳年份，不同管理措施的梨园产量差异尚不显著；但当遭遇高温干旱等逆境胁迫时，梨树可能会出现二次开花，具有科学管理基础的果园与粗放型果园间产量差距可骤增至 1/3 水平。二次开花会大量消耗梨树储存的养分，导致次年春季正常花期时花芽减少，果实产量和品质下降。再者，秋季开花的幼果难以越冬，且可能吸引害虫，增加果园管理难度。



图 2-16 重庆市雾江区双林镇，专业合作社梨园内的梨树出现二次开花的现象。这些看似无害的花朵影响梨树来年的产量锐减。气温、降水的变化，树龄、施肥量都可能导致梨树二次开花。

当提及二次开花的原因时，拥有多年果树种植经验的专业合作社管理人员 TCM 表示，“梨果采收后树体普遍处于营养亏缺状态，若未及时补充有机肥及关键营养元素，叠加高温干旱胁迫将加速老叶脱落，形成‘营养-激素’双失衡系统。当秋季重现温湿度适宜环境时，落叶导致的芽体休眠解除信号与内源激素水平变化产生协同效应，促使果树误判进入生殖生长周期，最终诱发反季节开花。”种植户 ZJ 还表示，“结果期没有及时疏花疏果，会使梨树负载量过大，树体营养消耗过多，影响枝叶的正常生长，导致叶片提前脱落，引发二次开花。”

肥料也是梨树二次开花的重要因素之一。QYJ 表示，“有机肥会使梨口感变得更好、改善土壤、提高抗病增产。当一些梨树施肥不足或不合理，只重视化肥，忽视有机肥的施用，会导致土壤养分失衡，梨树缺乏必要的营养元素，生长缓慢，树势衰弱，叶片变薄易脱落。

此外，水分管理不当，如干旱时未及时灌溉，也会造成梨树缺水落叶。若是及时追肥，保留了老叶子，梨树就不会二次开花。”

#### （四）雾江区气候适应实践

##### 1. 利用机械化手段提高应对灾害的能力

重庆市雾江区农业农村现代化“十四五”规划（2021-2025年）将主要农作物耕种收综合机械化率作为农业农村现代化“十四五”农业高质高效的重要指标之一。规划特别指出“开展主要农作物生产全程机械化技术试验示范，加快推动机械化向经济作物、畜牧水产和产前产后、丘陵山区拓展延伸。推动“宜机化”建设，促进丘陵山区农业全程机械化发展。到2025年，全区主要农作物耕种收综合机械化水平达70%。”

清河镇碧云村农户QM是一家农机公司的主要负责人，除了管理自己家庭的牲畜养殖，他平时主要时间是负责管理一支农机耕作专业队伍，依托农机服务组织跨区作业、代耕代种、土地托管、订单作业等。谈及2022年那次高温干旱的影响及应对措施，他回忆说道“那次干旱对稻田的影响十分大，灌溉条件相对较差的耕地或者蓄水能力比较弱的坡地在高温干旱影响下土壤开裂，深度甚至可以达到几十公分，直接破坏了土壤的蓄水能力。”为减轻干旱对次年水稻种植的影响，他特别提及借助机械化手段，对土壤开裂稻田进行多次翻耕，对于修复土壤蓄水功能可以起到比较好的效果。

清河镇渠下村农户LS表示，自己家里种植了三亩多地，其中两亩地都是旱地，一亩种了玉米，一亩种了早稻。家里的农用工具有比较简单，常用的就农具，锄头、镰刀等等，在需要机器的时候，村里的机器也可以租用，价格在150元/天。他表示，在水稻收割时期可以使用机器的情况下会尽可能使用机器，但是有些耕地泥比较深，会导致机器不能运作，就需要人工进行收割了。

##### 2. 趋利适应促进产业融合发展

无论是联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）历次报告中对适应气候变化的定义，还是《国家适应气候变化战略2035》中关于气候适应的内涵阐述，均一致认为气候适应包含趋利和避害的双重含义。适应是指通过加强自然生态系统和经济社会系统的风险识别与管理，采取调整措施，充分利用有利因素、防范不利因素，以减轻气候变化产生的不利影响和潜在风险<sup>13</sup>。调研组发现，雾江区双林镇新田村充分利用山地气候资源适宜种植翠冠梨的有力条件，利用现代科学技术赋能智慧梨园建设，借助梨树与石斛的共生特性发展“石斛梨”提高产品附加值，并在此基础上带动乡村文旅产业发展。

---

<sup>13</sup>生态环境部等. 关于印发《国家适应气候变化战略2035》的通知. 2022年05月10日, [https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-06/14/content\\_5695555.htm](https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-06/14/content_5695555.htm)

### ● 高新技术赋能“生态梨”特色产业

为了持续赋能翠冠梨产业，确保其品质迈向更高层次，2013年在雾江区前瞻性政策的引领下，双林镇新田村毅然决然地踏上了“生态治果”的绿色征程。通过深度融合现代科技与传统农耕智慧，对梨园进行全方位、深层次的生态化改造。新田村积极学习并引进国内外先进的农业创新技术，精心制定了符合当地实际的生态梨园生产技术标准，这一标准覆盖了从精准灌溉、科学施肥、绿色病虫害防治、智能杂草管理到农业废弃物循环再利用等多个关键环节，构建起了一套完整而高效的生态管理体系。这一系列举措不仅有效提升了翠冠梨的自然品质与口感，更促进了果园生态环境的良性循环，实现了经济效益与生态效益的双赢。本土人才 ZD 介绍说“以前的村子里，管理举措还是太落后了，各种因素，像害虫、气候等等，让梨的品相不太好。所以我就希望村里的梨产业能够结合现代的高新技术，村两委组织村民们成立合作社，统一使用专用配方肥，加上梨果套袋、糖酒醋液诱杀害虫、太阳能频振式杀虫灯等病虫害绿色防控措施，现在这里的翠冠梨基本上没有坏的，个个都是皮薄肉大，再加上汁多又甜成为了真正的‘生态梨’。”

### ● “石斛+梨”特色种植模式

石斛作为一种生津益胃、养阴清热的中药，有很大的经济和药用价值。它能在不同的环境下生长，并且需要充足的阳光。但是，过强的阳光又会使石斛的叶片干枯脱落，因此梨树树干下可谓是石斛生长的理想环境。双林镇新田村的村民巧妙地运用了两种植物的特性，创新性地将石斛套种在梨树上，培育出了独具特色的石斛梨。“石斛三年一熟，平时不怎么需要打理，却能给村民带来可观的经济收入”，新田村工作人员 ZD 这样介绍。根据 2024 年双林镇天枰山的梨子销售价格可见，优质翠冠梨售价在 6-8 元/斤，精品石斛梨的售价可以达到 10 元/斤。

### ● “农旅”产业融合前景

双林镇新田村凭借其地理和自然资源优势，成功推动了农业产业的繁荣、旅游业的创新融合以及乡村治理的现代化。通过发展“梨”、“茶”两大主导产业，不仅增强了农产品的市场竞争力，也为当地农民带来了显著的经济利益；同时，通过举办梨花节、吃梨大赛等活动，发展云林天乡等景区，有效促进了乡村旅游业的发展。双林镇新田村通过发展翠冠梨、茶叶等的种植，在园区开展采摘活动，吸引游客到来。用种植业推进旅游业，通过一产业的发展驱动第三产业，三产业的发展进一步提高村民的收入。ZD 介绍说“周边的农家乐基本都是村民开的，这几年通过旅游业的发展，村民们也获得了不少收入。”双林镇新田村通过引进本地优秀企业家投资，通过景区建设来带动周边配套项目诸如餐饮、娱乐、住宿等来给村民提供更多就业机会，来实现“先富带后富”。

### 3. 自发适应与规划适应的权衡取舍

调研组发现，水肥一体化是翠冠梨生产管理环节中非常重要的措施，也属于当地村集体主动推广应用的一类气候适应措施。但是农户对水肥一体化采纳的态度与村集体推广之间存在一些矛盾。双林镇新田村农户 ZJ 认为，虽然田间地头铺设有水肥一体系统，但是由于自己家的地比较少，她周围的农户不愿意用水肥一体机，管理水肥一体化的公司就不会帮她用水肥一体器械。谈及农户不愿意使用水肥一体化设备的背后原因双林镇新田村农户 SXW 表示“施肥打药这些，我们一般不用公司的水肥一体化措施，家里有空闲的劳动力，就用的人力打药，因为公司打药只从果树上面打，自己打药是从果树上方和下方同时进行的，一方面可以节省成本，另一方面还能喷洒的更加细致。”农户 ZYX 也表示，政府安装了水肥一体设施，但是感觉作用比较小，还得靠自己打药施肥，同时希望改进一下水肥一体化设施使其可以覆盖到整片田地。

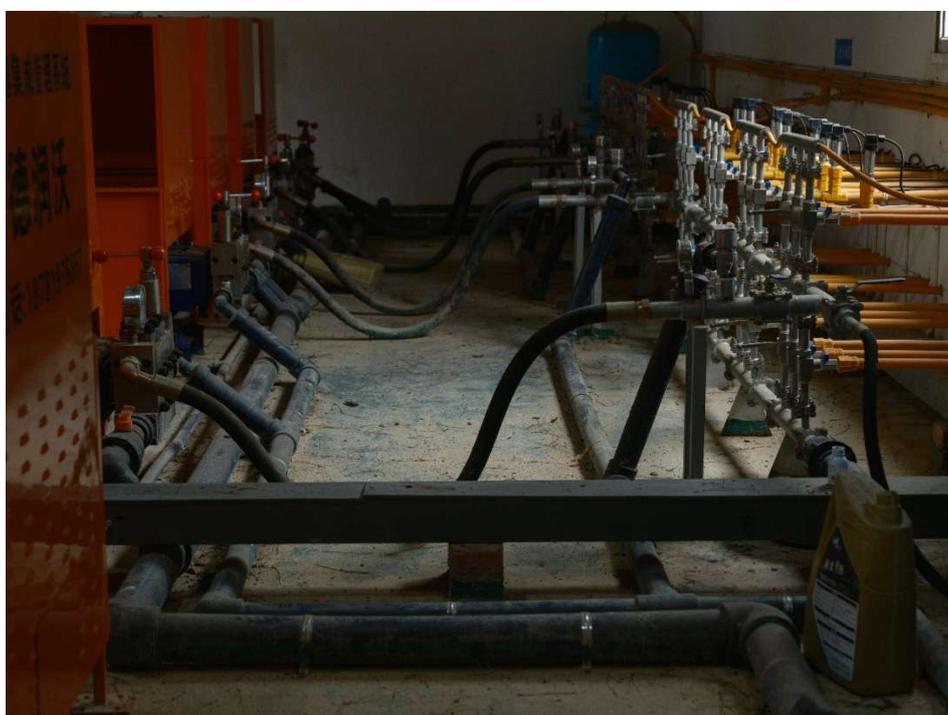


图 2-17 双林镇新田村的水肥一体化设施，村集体为有效提高产量购入这套设施，黄色的输送管道为梨园提供配制好的肥料，通过喷淋装置进行更高效、均匀的施肥。如果土地水份流失严重，则可用这套设备进行浇灌，避免梨树死亡。

农户基于自身认知水平的理论选择与政策引导之间的矛盾还表现在果树种植、果园密度管理、产品地理标志认证上。据农户 SXW 描述，新田村种植翠冠梨已经有 22 年了，一开始是响应国家退耕还林的号召才改种的梨树（雾江区农业技术专家经过化验土壤，推荐嫁接种植）。前五年有每亩地 300 元补贴，连续补贴了 8 年。有些农户刚开始种植的不是翠冠梨这个品种，因为效益不好，后来区里派人帮忙都嫁接成了翠冠梨。后来为了合理布局果园中的梨树密度，提高翠冠梨的产量和品质，村集体号召种植户砍掉过密的梨树，并给予每棵树 20 元的补贴。这一政策刚开始实施的时候，会有一些村民不是很支持，因为村民自己认为

砍掉一些梨树会给自己带来损失。现在有农户发现果树密度过大的坏处，现在又想砍果树，但是政府也没有响应的补贴政策了。另外，新田村翠冠梨的包装盒上印刷了国家地理标志认证、绿色产品认证等，合作社号召农户采用包装礼盒，形成品牌保护和溢价，销量和价格会大大上升，一个梨子就能卖到 3 块钱。但是部分农户认为一个盒子要比农户自己的盒子多几毛钱，出于成本更高的问题就没有采用质量更高、印有标识认证的盒子。

与农户基于个体理性的行为选择不同，新田村悦丰早熟梨专业合作作为全村种植模范，积极落实政府有关政策，取得了令人瞩目的经济效益。合作社负责人 HXQ 介绍了合作社的详细情况以及适应气候变化的一些经验做法。当前合作社主要种植脆冠梨 110 亩地，每亩地种植 20-30 棵梨树。翠冠梨口感细腻，糖度适中，水分充沛，按照品质划分（自动分拣机挑选）后每斤梨的价格是 6 块到 8 块不等，石斛脆冠梨的价格提升到了每斤 10 元。石斛品种主要为金钗石斛与铁皮石斛，石斛价钱在每斤 800 元左右。对于发生的自然灾害，合作社选择在农田中安装杀虫灯，粘虫板以及自制捕虫器等，可以减少病虫害灾害，农田中有监控设施监测识别病虫害进行预防治理。此外，果园中还安装有微型气象站用来监测气象要素变化；采取水肥一体化措施进行浇水、喷洒农药以及施肥。建设智慧梨园，充分利用梨园绿色生态模式与宜机化管理技术给梨树营养诊断、平衡施肥。充分利用国家地理标志、绿色食品标志、“巴味渝珍”等标志，扩大品牌效应。



图 2-18 双林镇梨园内的监测设备，村集体与农业公司都加强了对天气、虫害与土壤的检测，希望及时应对可能的风险。这些设备价值不菲，实时监测到的数据被传输到后台终端进行分析，农业专家与 AI 根据数据对梨树的养护种植提供建议。



图 2-19 重庆市雾江区双林镇，镇政府内的“智慧梨园”系统监控屏幕。相关负责人在 2022 年通过航空测绘技术完成双林镇的建模，同时在不同区域安装监测设备，对具体梨园安装气象、土壤与病虫害监控，数据经过后台处理，能直接在屏幕上显示对应地块的具体信息。

## （五）雾江区适应气候风险实践面临的挑战

### 1. 资金与保险需求

新田村以梨和茶为依托，发展农旅融合的特色之路，其特色项目“云林天乡”主要依赖于企业家个人投资。临湖村从众筹村歌“云上鱼池”到乡土文旅项目策划，都离不开资金支持。未来都市型农业发展转型过程中更好地适应气候变化仍面临资金缺口。临湖村合作社负责人 YXB 认为，当前面临的最大问题是政策和资金支持都不太足，对水稻，玉米等作物补助缺乏，保险效用不够等仍是非常大的问题。遇到了干旱只能尽量多浇些水，夜间抢着灌溉，其他的灾害就没什么办法。大棚、地膜、防晒布这些应对措施成本都比较高，未来希望能够做好大规模的滴灌，如若能提供 30% 搭建费用优惠等政策支持，合作社愿意投入资金进行建设。另外合作社为了建设绿色农业生态圈，不使用农药化肥，使用自制的环保酵素，相较于传统化肥农药，成本更高。相对于当前水稻、玉米售价，合作社基本上没有太大利润空间。合作社果园今年修缮投入巨大，且由于干旱影响，猕猴桃有大面积烂果，梨树收益也裹不住成本。未来准备放弃种植低利润的水稻、玉米作物，以生态果园、中草药与高附加值经济作物为主，发展农家乐度假村农场。

双林镇新田村农户 SXW 表示，村里的冷库有两个，要是全村人都用肯定不够，继续建冷库还需要资金投入。目前没有针对翠冠梨的保险，因为对梨的产量损益不好界定。如果有相应的保险类型，肯定会买。

## 2. 劳动力短缺

新田村农户 ZYX 表示，本村种植翠冠梨的气象灾害比较少，除了打药、施肥，没有什么其他可以做的和需要做的。他本人想多种一点梨树，但是家里面不让再多种一些，认为年纪大了操劳不过来。渠下村农业合作社负责人 CGB 也认为，农村主要是劳动力短缺的问题。农村人少了，有能力的人都外出打工了，留在村里的大部分是老年人。他觉得国家应该出台政策，让年轻人回到乡村，年轻人了解科学种植，2-3 个人就能管理 100-200 亩地，这样才能高效的提高农村的生产效率，这样的农村才有出路。

## 3. 基础设施修缮

清河镇渠下村的农业合作社管理人员 LP 表示，村里的土地还没有水肥一体化设施，之前修房子把水库堵了，水利设施因为缺乏维护也荒废不少。现在水库能满足基本吃水需求，但是用不到庄稼上。渠下村农户 BWZ 也在访谈中提到，当前农业生产面临两个主要问题：一是传统粮食作物价格偏低，即使经过加工后的价格也不高。二是过去的水利设施如水库、水渠等设施得不到及时保修与修缮而被荒弃，影响农业用水安全。未来还需要解决蓄水问题，通过水利基础设施建设恢复蓄水、管道灌溉。

# （六）对策建议

## 1. 加强气候变化对梨树二次开花的影响机理研究与知识传播

调查过程中发现，政府相关部门提供的梨树种植培训主要聚焦于冬季果树刷白、春季开花期的疏花疏果等管理措施。合作社管理人员、农户对梨树二次开花的具体原因还存在认知差异，尤其对温度和降水因素的影响还缺乏科学认知。在梨树生育期 7-8 月高温日数增加而降水减少、9-10 月平均气温不断升高的背景下，未来需要从两方面加强气候变化对梨树二次开花的影响机理研究与知识传播。一是组织研讨培训。村集体定期组织合作社人员与农户参加梨树二次开花专题培训，邀请气象、农业技术专家讲解气候变化对梨树生长的影响机理，分析不同气候条件下梨树二次开花的原因，如高温干旱、秋季温度变化等因素如何影响梨树的生长。二是建立信息共享平台。利用线上社群、农业信息公众号等渠道，及时发布梨树二次开花的研究成果、最新案例以及应对措施。鼓励村集体人员、合作社人员和农户在平台上提问、交流，形成良好的信息互动氛围，持续更新和深化对梨树二次开花问题的认识。

## 2. 完善特色农产品认证体系与价值实现机制

目前，翠冠梨的销售包装盒上已经印有绿色食品、农产品地理标志、国家地理标志、全国名特优新农产品、重庆名牌农产品等多个认证。但是仅配套一个溯源二维码，可以据此查询梨子的生产地点与日期。未来，需要进一步规范各类认证标签，结合数智技术（可溯源二维码、区块链）提升生态产品附加值。一是继续完善可溯源二维码技术。例如开发“气候友

好梨”专属标识，为每一批次的产品赋予唯一的二维码标识，消费者通过扫码即可获取农产品的产地环境、种植过程、施肥用药情况、采摘时间等详细信息，实现全流程追溯。运用区块链技术确保信息的不可篡改和安全性，增强消费者对生态农产品的信任。二是通过拓展特色农产品销售渠道促进良好气候生态资源的价值实现。借助各类农产品展销会、电商平台等渠道，重点宣传带有国家地理标志等绿色认证标志符号的翠冠梨，强调其独特的生态气候资源优势、生态种植方式。通过举办线上线下品鉴活动、专题宣传推广会等，提升消费者对这些绿色认证产品的认知度和认可度，进一步提升产品附加值。

### **3. 创新特色农产品融资和保险模式**

构建气候适应性强的都市农业体系，需要创新气候风险管理机制。一是资金扶持。考虑设立都市农业发展专项资金，重点支持受气候变化影响较大的农业项目，如建设智能化灌溉系统以应对干旱、改良土壤增强农作物抗逆性等。与金融机构合作，推出优惠“气候适应型农业贷款”，为农业经营主体提供低息、长期贷款，用于购置应对气候变化的设备和技术。二是保险模式创新。开发针对气候变化风险的“气象指数”保险产品，针对翠冠梨、猕猴桃、蓝莓等特色农产品开发如高温指数、暴雨指数、霜冻指数、梨树二次开花气象指数等，扩大保险覆盖范围。政府对投保的农户和农业企业给予保费补贴，降低其保险成本。建立农业指数型保险理赔快速通道，确保在灾害发生后，受灾主体能够及时获得赔偿，恢复生产。

### **4. 构建人才智力支持的实施机制**

雾江区发展都市农业面临气候变暖、极端天气、季节性降水不均等挑战。构建气候适应性强的都市农业体系需要人才智力的坚实支撑，需要围绕乡村引智下功夫。一方面，以临湖村与西南大学乡村振兴研究院合作为范例，推动更多村集体与高校、科研机构建立合作关系。设立专家工作站，定期邀请专家到雾江区开展技术指导、培训讲座，为都市农业发展提供智力支持。同时，鼓励高校学生到雾江区开展实习实践活动，毕业后优先留区就业创业。二是进一步优化返乡创业落地措施。针对像 ZD 这样的返乡创业人才，政府出台返乡创业优惠政策，给予创业补贴、税收减免、场地租赁补贴等支持。建立返乡创业园，完善基础设施和配套服务，为返乡创业人员搭建良好的创业平台。

### **5. 农业基础设施的修缮，强化水资源韧性管理**

2022 年南方极端高温干旱对雾江区的影响仍然存在。一方面，对于既有受损农田、灌溉基础设施等要制定修缮计划。全面排查雾江区的农业基础设施，包括灌溉设施、排水系统、农田道路等，根据受损情况和气候变化影响程度，制定详细的修缮计划。优先修缮对抵御气候变化影响至关重要的设施，如修复老化的灌溉管道，确保在干旱时期农田能够得到有效灌溉。另一方面，为应对高温干旱、季节性降雨不均等负面影响，需要超前谋划，开展海绵农田建设、非常规水资源利用规划。例如，在有水库、河道的区域推广生态沟渠，建设“田成

方、渠成网、旱能灌、涝能排"高标准农田。开展水肥一体化效用评估工作，对制约农户采用水肥一体化的影响因素进行详细评估，切实提高水肥一体化系统的成本效益。

### 三、华北山地丘陵旱作农业区气候变化适应策略 ——基于河北省千山县三个案例的微观实践分析

本研究以地处太行山北端东麓、华北平原西北边缘且域内具有一定气候多样性的河北省千山县作为主要考察区域，选择该地区三类典型的农业生产经营主体（①以传统粮食作物种植和小规模养殖为主的小农户②在政策支持下经土地流转集中而建设的综合性农旅结合生态园③新兴的樱桃产业及规模种植园）为案例调研对象，对于不同主体所感知的气候变化以及采取的应对策略进行微观实践层面的考察。

本研究以人文主义（阐释主义）方法论为指导，采用实地研究方式，通过直接观察、半结构访谈等方式收集一手资料，辅以地方史志、统计资料和新闻素材等二手文献资料和数据进行分析。具体到每一个案例，研究团队在开展实地调查前首先搜集整理了案例相关的一些基础资料，以了解一些基本的情况和背景信息，明确案例调研的方向和重点；到达实地后，研究团队对案例所涉范围的自然地理环境进行踏查了解，并与村庄、生态园和樱桃产业园相关负责人进行座谈，了解当地社会经济发展变迁过程中主要面临的气候冲击与影响以及已采取的一些响应和适应策略；随后，围绕每一个案例，团队进一步通过观察和访谈了解当地社会政治经济结构，以及不同主体对气候变化及其影响的感知，行动的意愿、具体应对策略与实践效果等；实地调研阶段后，研究团队集中整理了访谈和讨论文字，以便结合其他资料进行分析和写作。

#### （一）河北省千山县自然地理与社会经济结构

##### 1. 县域自然地理与气候现象概况

河北省千山县位于太行山北端东麓，地处华北平原与太行山区的过渡地带，是典型的山区县，属暖温带大陆性气候。海拔高低相差悬殊，地貌形态可分为山地、丘陵、平原三大类型，从西北向东南由陡峻逐渐到平缓，形成平原半干旱区和山区半湿润区。县域内大陆性气候特点显著，干湿季节明显，四季分明，春早多风（平均气温 3.2℃）、夏热多雨（平均气温 32.2℃，近年极端高温可达 41℃）、秋高气爽（时间较短，平均气温-3.3℃）、冬寒少雪（近年极端低温-23℃）<sup>14</sup>。以气温为主划分季节，即日平均气温 $\geq 22^{\circ}\text{C}$ 为夏季， $< 10^{\circ}\text{C}$ 为冬季， $10^{\circ}\text{C}\sim 22^{\circ}\text{C}$ 和  $22^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ 分别为春秋两季。千山县气候整体上冬长于夏，春秋短促。平原夏季比山区长，平原秋、冬、春三季均比山区短；年均气温 11.2℃，无霜期约 186 天，年降水量集中于夏季，易发洪涝灾害。

千山县灾害性天气主要包括旱涝、暴雨、连阴雨、低温冷害、霜冻、干热风、大风、冰雹等。据《千山县志》（1999）记载，自 1830 年至 1989 年 160 年中，旱年 24 年，涝年 23

<sup>14</sup> 千山县人民政府网站

年，多雨年 27 年，少雨年 27 年，正常年 59 年，平均六、七年各有一次旱和涝；而在 1951 年至 1989 年 39 年间，即有 21 年春旱，其中 9 年为特旱，例如，1983-1986 年连续遭遇旱灾，其中 1983 年遭遇历史上少见的伏旱和秋旱，68 万亩大秋作物除 26 万亩能浇上水外，42 万亩旱地作物整株枯萎，有的枯干绝收，部分地方收成比 1982 年减半；在 1957 年至 1989 年 33 年中，有 10 年为伏旱，同时，伏天雨水过多则形成雨涝或山洪暴发，在这 33 年中有 4 年如此；千山县暴雨多发生于 5 月至 9 月，其中 8 月份最多。例如，1988-1990 年夏季均遭连续暴雨导致的洪涝灾害，造成山体滑坡、房屋倒塌、土地被冲、道路桥梁水利设施等多处被毁，给人民群众生产生活造成极大困难。

1971 年以来，千山县的气温总体呈随时间上升的趋势，线性趋势约  $0.21^{\circ}\text{C}/10$  年。1971 年以来，降水量也呈增加趋势，线性系数为 9 毫米/10 年。近三十年平均降水量 536 毫米，但降水量的年际、年内差异显著。1975 年降水量不足 260 毫米，2023 年降水量超过 950 毫米。1971 年以来的年极大日降水量均超过 30 毫米，2023 年更是超过 200 毫米，相关的连续降水量超过 500 毫米。降水的极端性强，易造成旱涝灾害。对年最大连续降水量和最长连续无降水日数的分析也发现，进入 2000 年后，千山县多次发生连续 100 天没有有效降水。

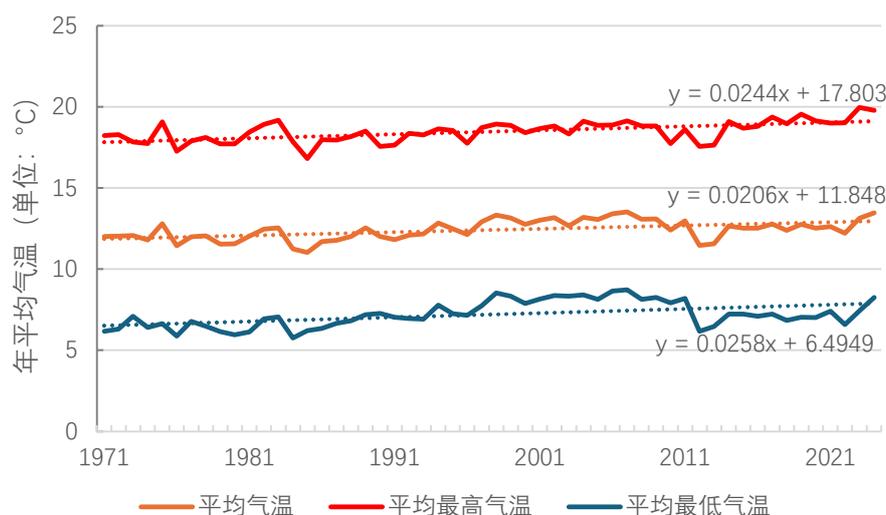


图 3-1 千山县 1971-2024 年平均气温变化

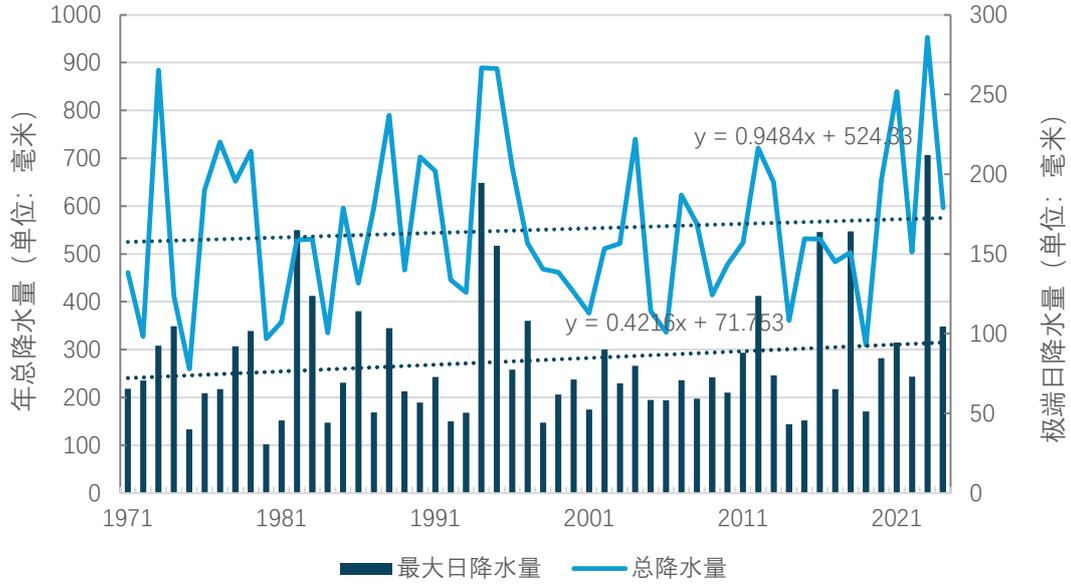


图 3-2 千山县 1971-2024 年降水量变化

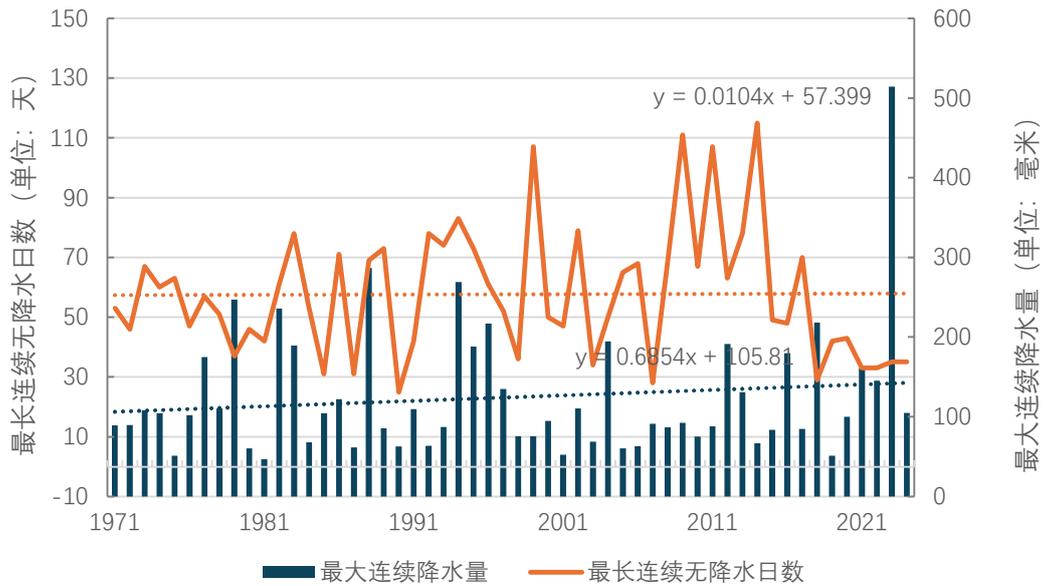


图 3-3 千山县 1971-2024 最大连续降水量与最长连续无降水日数变化

千山县灾害性天气主要包括旱涝、暴雨、连阴雨、低温冷害、霜冻、干热风、大风、冰雹等。据《千山县志》(1999)记载,自 1830 年至 1989 年 160 年中,旱年 24 年,涝年 23 年,多雨年 27 年,少雨年 27 年,正常年 59 年,平均六、七年各有一次旱和涝;而在 1951 年至 1989 年 39 年间,即有 21 年春旱,其中 9 年为特旱,例如,1983-1986 年连续遭遇旱灾,其中 1983 年遭遇历史上少见的伏旱和秋旱,68 万亩大秋作物除 26 万亩能浇上水外,42 万亩旱地作物整株枯萎,有的枯干绝收,部分地方收成比 1982 年减半;在 1957 年至 1989 年 33 年中,有 10 年为伏旱,同时,伏天雨水过多则形成雨涝或山洪暴发,在这 33 年中有 4 年如此;千山县暴雨多发生于 5 月至 9 月,其中 8 月份最多。例如,1988-1990 年夏季均

遭连续暴雨导致的洪涝灾害，造成山体滑坡、房屋倒塌、土地被冲、道路桥梁水利设施等多处被毁，给人民群众生产生活造成极大困难。

为了解千山县在气候变化背景下气象干旱的变化趋势，研究选用气象干旱综合指数（MCI）对基本气象数据进行分析。MCI 综合考虑了 60 天内的有效降水、30 天内正三及季度尺度和近半年降水的影响，适用于作物生长季逐日气象干旱的监测和评估。

计算千山县 1971 年以来 4-6 月逐日气象干旱的等级和频次发现，千山县在 2000 年前气象干旱情况相对比较严重，4-6 月的 91 天经常有 80 天以上受气象干旱影响，还经常出现重旱或特旱的情况，重旱的 30 年均值为 16.5 天，特旱为 12.1 天。近 20 年的以轻旱和中旱为主，虽然总的气象干旱日数有上升趋势，但 2001-2024 年重旱均值为 10 天，特旱为 4 天。

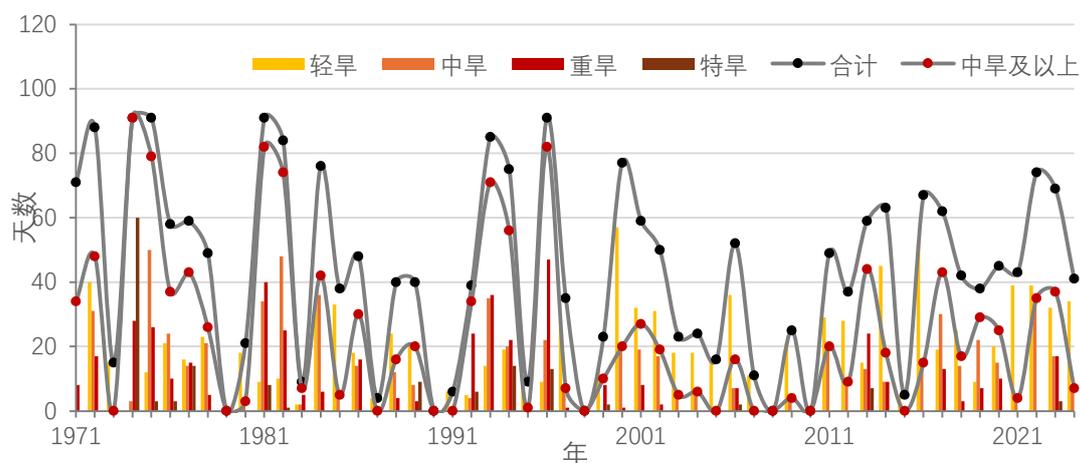


图 3-4 千山县 1971-2024 年气象各等级气象灾害日数变化

阴雨连续 3 日以上，每日日照少于 2 小时为连阴雨，在不同时期因种植作物不同其影响亦有所区别，例如，1980 年代及之前的春季棉播期低温连阴雨、麦收期烂场雨和秋季连阴雨对于某些作物的播种、生长和收获等等具有非常关键的影响。类似地，低温冷害也会影响作物生物关键期，通常山区比平原出现更多，千山县每年具有霜冻并时而成灾。1957 年至 1989 年 33 年中，14 年出现小麦冻害，这 14 年中有 11 年小麦越冬死苗减产，一般发生在初冬和冬去春来时节，日最低气温在 48 至 72 小时内下降 10℃以上，水气压力在 1mPa 以下，冻害最重的是发生在 1 月份。

千山县每年各月都有大风出现，分为春季干冷大风、冬季寒潮大风和夏季雷雨大风三种，其中春季大风可使春旱程度加重，夏秋季大风，特别是风雪、风雹并生，常使作物大面积倒伏，造成减产或绝收。大风还会造成果树果实脱落、有时甚至拔树倒屋、危及人民生命财产安全。几乎每年均有局部地区遭大风袭击，导致作物折断或倒伏、电力通讯线路中断、房屋倒塌等。

千山县降雹期自 4 月至 11 月，长达 7 个月，比一般平原县降雹期长约 1 个月，且山地多于丘陵，丘陵多于平原。冰雹集中区（如部分山区乡镇，也是近些年果树种植较多的乡镇）降雹频繁、灾害影响大；平原降雹强度相对较小，山区冰雹颗粒较大，人们常用鸡蛋、核桃、

拳头大小形容。冰雹容易打掉农作物叶子、秸秆以及果树的花苞、果实等，造成减产；严重时还会砸坏民房、损坏输电线路等。例如，据《千山县志》记载，1980年代，几乎每年千山县不同区域均会遭遇雹灾。

通过对历年河北省气候变化公报、中国天气网和中央电视台等主流媒体信息的整理，最近15年（2010-2024）河北千山县经历的主要气候灾害事件如表1所示：

表 3-1 河北千山县气候灾害事件（2010-2024）

序号	事件名称	发生时间
1	大风导致玉米倒伏	2024.08
2	暴雨灾害	2024.07-2024.08
3	大范围寒潮和大风天气	2023.12-2024.01
4	暴雨、洪涝灾害(保定特大暴雨事件)(台风)	2023.07-2023.08
5	尘卷风天气	2023.03.12
6	暴雨灾害	2022.07
7	极端大雾天气	2021.12
8	强降水、洪涝灾害（千水河洪水事件）	2021.07
9	极端寒潮天气	2021.01
10	暴雨灾害	2020.08
11	暴雨、大风灾害（台风）	2019.07
12	冰雹灾害	2019.06
13	寒潮天气	2018.10-2018.11
14	暴雨灾害	2017.10
15	暴雨灾害	2016.07
16	寒潮天气	2014.12
17	干旱灾害	2014.01， 2014.06
18	干旱灾害	2013.10
19	干旱灾害	2010.07

另据气象站观测，河北省千山县 1971 年至 2024 年间不同气象极端事件发生频次如下（表 3-2）：

表 3-2 千山县地区 1971-2024 年气象灾害年平均发生频次

自然灾害	暴雨日数	干旱日数	冰雹日数	大风日数	冻害日数	高温日数
发生频次	1.9	4.8	1.1	4.4	17.5	8.7

来源：调研团队根据气象局数据整理。暴雨日数：日降水量 $\geq 50\text{mm}$  的日数；干旱日数：综合干旱指数  $\text{MCI} \leq -2$ （特旱）的日数；冰冻日数：日最高气温 $\leq 0^\circ\text{C}$  日数；高温日数：日最高气温 $\geq 35^\circ\text{C}$  日数

此外，千山县农业生产还会受到不同类别的虫害影响，如在人工捕捉和药物除治能力不足之时，蝗虫是对农作物危害最甚的虫灾。能够刺吸叶片汁液，致使叶片苍白枯焦，造成山楂、苹果树早期落叶严重减产的红蜘蛛亦曾盛行，通过药物控制和除治后效果较好，但是近些年随着不同果树品种的兴起和气候变化的影响，红蜘蛛有卷土重来之势。

研究发现叶螨最适宜繁殖的气象条件为平均温度  $25\sim 30^\circ\text{C}$ ，相对湿度  $35\%\sim 55\%$ ，计算千山县历年 3-7 月适宜叶螨繁殖的天数，分析气候变化对千山县病虫害发生发展的影响。1971-2024 年，整体来说，3-4 月气温偏低，6-7 月为千山县的雨季，相对湿度偏高。6 月的适宜天数最多，多年均值为 7.9 天，其次为 7 月 1.9 天，5 月 1.1 天。1971 年以来，适宜叶螨繁殖的天数有所下降，线性趋势系数为 0.68 天/10 年，但在进入 2010 年的近十几年出现上升的趋势。

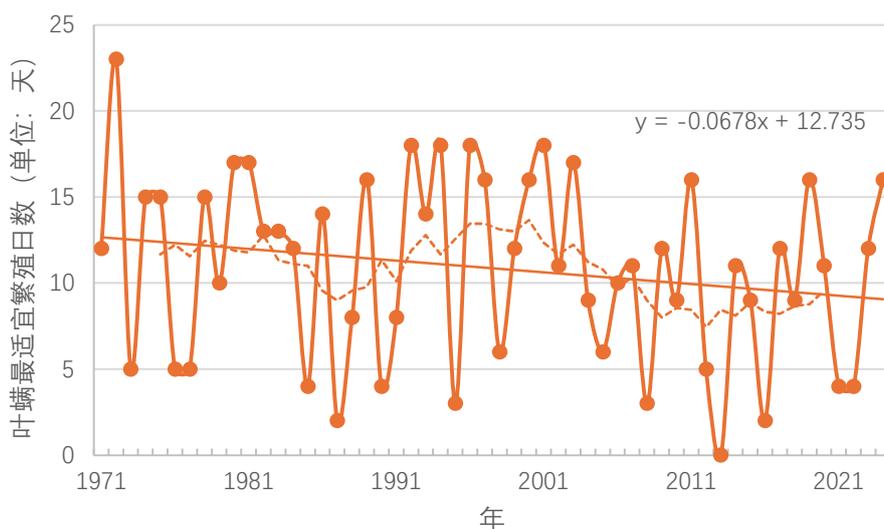


图 3-5 千山县 1971-2024 年叶螨最适宜繁殖日数变化

## 2. 案例区域微观社会生态系统结构

千山县地理区位优势，交通便利，距离北京 90 公里、距雄安新区 50 公里，生态条件良好，林木绿化率 55.06%。全县总面积 2534 平方公里，下辖 28 个乡镇（处），469 个行政村，第七次全国人口普查数据显示，千山县常住人口 485536 万，与 2010 年相比减少 52028 人，其中城镇人口 199500 人，占比 41.09%；乡村常住人口 286036 人，占比 58.91%。2020 年全县 65 岁及以上人口占比 15.74%，相比 2010 年增加 7.3 个百分点，高于同期河北省和全国 65 岁及以上人口占比水平。千山县原属国家级贫困县，在很长一段时间处于贫困欠发达的

状态，2018年9月才正式退出贫困县序列。在脱贫攻坚和乡村振兴战略的接续实施下，千山县的经济社会得到快速发展，2022年全县生产总值130亿元，比2018年增加14亿元，年均增长率2.9%。虽然近些年在基础设施提升、人居环境整治、乡村旅游等方面有了一定发展，但尚未形成成熟的产业支撑，县域经济发展仍较为薄弱，城乡居民生活质量有待进一步提高。

具体到本研究选取的三类典型农业生产经营模式，其所处的微观社会生态系统结构大致有如下特点。

### 2.1 青石镇八沟村：以传统粮食作物种植和小规模养殖为主的小农户社区

八沟村位于河北省千山县青石镇西南方，距离镇政府所在地6.2公里，距离县城22公里，村庄外围有国道和高速公路贯穿。村庄总面积12平方公里，其中耕地1275亩，山场面积1.8万亩，山林覆盖面积较大，耕地与林地交错分布。村庄沿河道狭长分布，地势自西向东逐阶下降，村内主路沿河道修建，绵延7.5公里。由于村域面积较大，村民居住相对分散，整体生活空间布局呈树枝状，村民住宅一边沿东西向的平坦大道坐落，一边向南北两端的山场沟岔处延伸，分布在河流两侧的9条山沟或山坡上，距离村内主路最远约2.5公里。近年来，部分村民陆续从河道两侧的山沟内搬出，定居在村庄主路两侧。全村共7个村民小组（小队），自西向东划分为五个管理片区，一片区地势最高，村民多居住于山上，村内的小（II）型水库位于一片区山脚。其余片区多平地，村民居住相对集中。村委会办公室、村小学及村医务室集中分布于村庄中心位置。

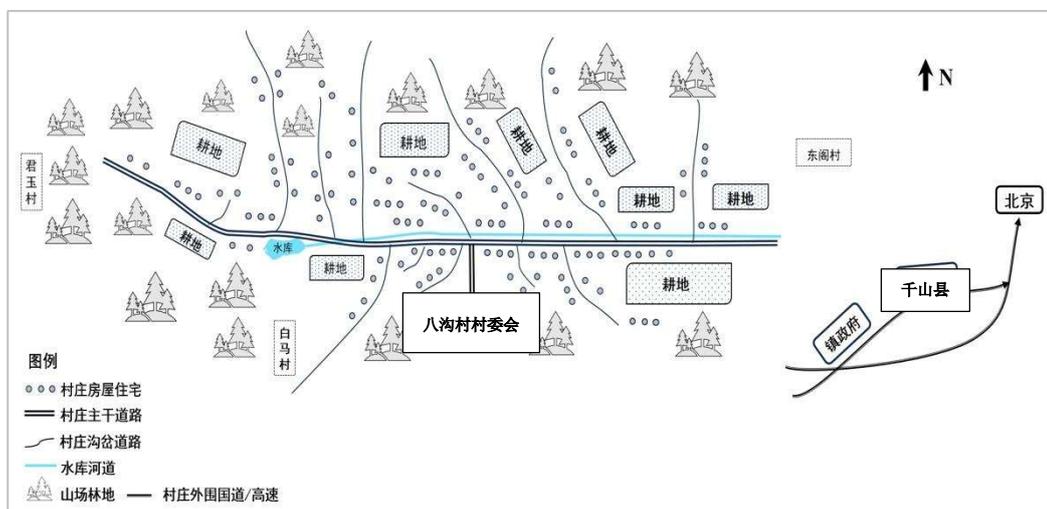


图 3-6 八沟村内部空间分布

来源：调研团队自制

截止2023年末，八沟村共402户1324人，常住人口约800人（其中部分人口并不在村内居住，而是居于县城等地），60岁及以上老年人口336人，占全村总人口的25.4%，占常住人口超过40%。全村外出务工人口500余人，务工地点主要在京津冀地区，其中有200余人从事古建油漆彩画修复，常年在外承建工程。村中只有一所小学且只设置一、二年级，共3

名学生，2名老师，其他青少年儿童大多在县城或周围村庄上学，由校车接送回村或不在村内居住。村内60岁及以上老年党员共33人，约占全村党员总数的50%。八沟村曾在2014年被河北省政府认定为一般贫困村，2018年实现全面脱贫，截止2023年末全村脱贫户70户230人，监测户6户10人，为了巩固脱贫攻坚成果，在上级防返贫政策帮扶下，全村共有41位具有一定劳动能力脱贫户村民被安排到村庄公益岗位，负责防火巡视、河道巡视、村庄卫生清理等工作，每月有200至250元不等金额的补助。

八沟村紧邻青石景区古松群，山场面积广阔，生态环境保护要求高。因此防火是村庄的重点工作。村庄早期根据政策要求进行荒山造林和退耕还林，近年基于粮食安全考虑的耕地图斑整治要求村内部分土地恢复为耕地；此前，部分山坡曾通过异地“占补平衡”项目的实施变成梯田。夏季汛期容易引发山洪，冲毁梯田和民房，2021年和2023年村内均发生过较为严重的洪灾。2024年夏季大量玉米遭受风灾后倒伏。

八沟村目前以发展第一产业为主，二、三产业发展较弱。第一产业主要开展种植业、林果业和养殖业。户均耕地仅3亩左右，地块较为细碎，且土地质量和平整度参差不齐，以山坡沙地为主；新中国成立后主要种植小麦、玉米和豆类等作物，2000年后少有农户种植小麦，目前主要种植玉米、红薯、花生三大农作物。其中，所产玉米大部分用于售卖，小部分用于日常食用和牲口饲料；部分村民种植红薯来制作和售卖红薯粉条；花生则主要用于榨油食用，在保证家庭生活自给的同时也对外销售。大多数村民（农户）自己种植少量蔬菜，以供应家庭日常饮食。村民还广泛种植核桃、板栗、磨盘柿、杏、李等，制作并出售柿子饼、杏核等部分农副产品。个别村民承包村内山坡种植规模并不是很大的桃树、樱桃树、梨树和桑树，以“采摘节”的形式吸引消费者前来游玩消费。在养殖业方面，以村民在家中或在自留山上养殖鸡、鸭、鹅等家禽，产蛋售卖或自家食用为主，个别村民承包村集体山坡开办养殖场，饲养猪、羊等，整体上数量较少。由于村庄处于景区古松群附近，村内禁止开办具有污染性的工厂企业，因此村庄内没有工业发展，仅有一家书包缝制家庭作坊和一家废旧钢铁收购作坊吸纳了少数留守妇女和中老年劳动力本地就业。第三产业被村干部视为村庄未来发展的重点，村庄的盘山步道、公共厕所等基础设施不断完善，基于良好的生态环境、自然景观（如山桃花）以及中医企业在村中打造的生态文化养生项目等，每年会吸引大量游客前来；为完善游客服务，村中尝试开办农家乐，但是受各方面限制，村中的旅游业与集体经济始终没有得到充分发展。

八沟村村组入户道路硬化率为70%，通往部分偏远沟岔住户的道路尚未硬化。村民出行主要靠电动车、摩托车、三轮车及近年日益增长的小汽车。2014年千山县城乡客运公司开通了县城至八沟村的公交车，但近两年公交车班次减少，村民多选择搭乘私家车、出租车或骑电动摩托车出行。村中有完整的广播、电视和移动通信设备，但是居住在沟岔间的村民信号覆盖不充分或不稳定；村庄在春秋大风天气容易停电，夏季高温容易高压过载，出现断电

的情况，冬季大雪霜冻也会造成电力线路故障等。村民家家户户基本都有电视，老人大多配备老年版手机，部分老人对智能手机的运用仅停留在打电话、看视频的水平。

## 2.2 柳林镇碧水生态园：政策支持与土地流转背景下综合性农旅结合生态园

碧水生态园坐落于千山县柳林镇碧水村，园区从 2014 年 5 月开始规划流转土地，2015 年 5 月开工建设项目设施，2016 年开园营业，2017 年被评为“国家四星级休闲农业园区”、“河北省五星级休闲农业园区”。园区区位优势、交通便利，距千山县县城 10 公里，距 112 国道 50 米；总面积一万亩，核心区面积 5000 亩；截至 2022 年 7 月，碧水生态园累计投资 1.2 亿元（碧水生态园微信公众号）。园区依山傍水、山环水绕，并有北千水河流经；独特的地理资源和区位优势为园区发展奠定了基础，但同时也使得园区面临更大的自然灾害风险。

碧水生态园以休闲农业、循环农业、创意农业为基础，集现代休闲农业、文化旅游、餐饮住宿为一体，提供多样态的生态休闲服务。园区全年对外开放餐饮住宿，并建设了季节性滑冰滑雪设施场地。园区共建设设施大棚 300 亩——暖棚 45 个、凉棚 28 个、联动棚 2 个（经历近三年各类气候灾害后，目前大棚总数量为 46 个<sup>15</sup>），拥有 13000 平方米的花园饭店，开发了滑雪道、滑冰场、水上游艇、悬崖栈道、瀑布、垂钓、户外草坪婚礼、跑马场等旅游项目。

从规划设计上看，碧水生态园休闲农业项目主要以农业设施大棚为中心，拓展其种植、采摘、研学等功能，将农事劳动体验与农耕文化传播相结合。据生态园公众号介绍，园区内蔬菜种植采用河北省农林科学院研发的生态有机种植技术，所有果蔬均为熊蜂授粉、绿色种植，不使用任何化学药剂，采用物理杀菌、防病、除臭和灭虫，做到无污染、无残留，保证农产品的安全。因认证和维护费用较高，生态园并未进行生态或有机认证。另外，园内根据各种果蔬的自然生长习性以及市场需求规划不同种类作物的种植时间，保证一年四季有不同类型的可采摘果蔬。同时，生态园在采摘环境上进行了设计，例如搭建瓜果长廊，棚内安装自动遮阳系统、排风系统、水帘降温系统等。

碧水生态园文化旅游项目以提供户外休闲娱乐活动为主，如球类运动、滑雪滑冰、水上游艇、垂钓、骑马等。其中，骑马项目主要有两种形式：一是常规经营的骑马活动，场地为跑马场；二是冬季与滑雪场同时开放的山上专门马道，游客可以在马道骑马。此项项目除了需要专业驯马员饲养马匹，还需要专人对场地进行常规性维护。因为近两年降水严重，园区马道一直疏于维护。滑雪、滑冰是碧水生态园的冬季热门活动。嬉雪场于 2017 年 12 月启动，分为雪区和冰区两部分，整体面积达 30000 平米，正常营业情况下单日人流量能达到 3000 至 4000 人<sup>16</sup>。

碧水生态园餐饮住宿项目主要由园内花园饭店经营。园饭店主打绿色生态餐饮，菜品食材主要来自园区生态大棚和园区猪场、鸡圈及鱼塘，园区内无法提供的食材再统一从市场采

<sup>15</sup> 数据来源：生态园负责人王越访谈

<sup>16</sup> 数据来源：工作人员王秀兰访谈

购。由此，碧水生态园在保障食品绿色、安全、健康的同时在园内实现了农业生产—消费的内循环。花园饭店的主要业务更多来自团队行程接待，而非个人或者家庭等散客的出游需求。

碧水生态园曾是千山县重点扶贫产业园区，其发展经营与扶贫相关政策紧密结合，在脱贫攻坚战中带动周边 321 户贫困户实现稳定增收，帮助当地农户实现增收 5000 元，并于 2016 年 10 月获评“千山县扶贫龙头企业”<sup>17</sup>。在脱贫攻坚时期，千山县政府以“公司+合作社+农户”的扶贫模式，将扶贫资金入股到合作社，与碧水生态园公司资金共同投资园区项目。园区内的凉棚就是最初的扶贫项目资金支持下建设。由于扶贫项目性质特殊，政府对项目分红提出了保底要求：无论扶贫项目（凉棚经营）状况如何，贫困户分红 5%。之后为加快脱贫进度，又将保底分红比例改为 10%。除了入股分红外，碧水生态园还通过土地流转、入园务工等方式帮助贫困群众增加收入。目前，碧水生态园固定员工约 30-40 人。园区所处村庄村民大多外出务工或在村饲养牲畜，碧水生态园主要为村庄无法进行高强度生产劳动的村民提供了部分就业机会和生计来源，大多为季节性和临时雇工，以满足农业种植需要或某些特殊项目开放时人流增加时的需要，如园区的滑雪场对外开放吸引大量游客时，就会从本村和周边村庄雇佣劳动力。同时，碧水生态园作为河北省农林科学院科技成果转化基地和项目实施地，不定期接受相关专家对作物种植技术、产业发展方向的考察和指导。

### 2.3 双槐镇新兴的樱桃产业及规模种植园

早在 2000 年，千山县双槐镇西杨村的一些农户开始自发零散地种植樱桃，但彼时的樱桃种植尚未形成规模，市场化程度较低。2010 年左右，新发地商户周庆福（本研究访问的现任书记周长志之叔）等返乡创业者率先在西杨村荒山种植樱桃，他们从辽宁大连、山东烟台等地引进红灯、先锋、萨米脱等樱桃品种，成立吉祥樱桃产业园，大力发展樱桃规模化种植，带动西杨村普通农户开始陆续种植樱桃。2016 年左右，北京新发地从事樱桃等果类销售贸易的赵昌顺回到东沙旺村，与其他两位村庄能人合伙探索樱桃产业发展的路径，发展出面积达 300 亩的盈光园樱桃产业园，赵昌顺也成为远近闻名的“樱桃大王”。在这些能人带动下，部分小农户在一定的土地流转后开始樱桃种植，成规模的樱桃种植园也日渐增多，千山县双槐镇的樱桃产业进入新的发展阶段，其他乡镇亦有规模不等的樱桃种植园出现。

与东北、山东等地传统种植基地相比，千山县距离北京、保定等城市距离近、车程较短，具备得天独厚的区位地理优势，且樱桃上市时间（因品种和种植方式不同而存在差异，如设施大棚采收时间可从 2 月中旬至 5 月，露天种植樱桃采收时间为 5 月下旬至 6 月中旬）与大连和烟台樱桃之间有一定的错位。樱桃产业聚集区双槐镇正处于北纬 39 度线上，四季分明、空气湿润、降雨集中，日照时数多，土壤富含赤铁矿物质，产出的樱桃口感好，甜度可达 20 左右，品质优良。西杨村更是具有突出的小气候，极少出现冰雹等极端气候现象，村内山坡地非常适合樱桃生长。

<sup>17</sup> 数据来源：碧水生态园办公室墙上挂的奖牌牌匾。

截至 2024 年，千山县樱桃种植总面积达 8500 亩，主要种植美早、萨米脱、布鲁克斯、红灯等 8 个系列品种，种植区域涉及 8 个乡镇 27 个村 290 多个种植户。已形成以东沙旺盈光园樱桃园、西杨村吉祥樱桃园等为代表的系列“樱桃产业园”，包括东沙旺村、西杨村、响马泊在内的 4 个村基本建成樱桃专业村。千山县樱桃的销售渠道主要以批发市场、商超对接等常规市场销售方式为主，此外还包括采摘、团购、电商等新兴销售模式；2024 年，全县樱桃年产量达 630 万公斤，年收入达 3.92 亿元，成为华北面积最大的樱桃种植示范区。

研究团队于 2024 年 8 月和 10 月分两次调研访问了双槐镇东沙旺盈光园樱桃园、西杨村吉祥樱桃园、裕丰田家庭农场和响马泊村的樱桃种植专业户。从种植环境控制和应对气候不确定性影响等角度考虑，千山县樱桃种植的模式主要分为三类，一类是纯露天种植，第二类则是在露天基础上增加简易冷棚或遮阳/防雨棚辅助种植，第三类则是温室暖棚种植。不同的生产经营主体根据各自的整体规模、市场定位、自然条件和资金基础等，在这三种类型之间有不同的比例分配。调研所涉的前三个樱桃园规模较大、投资较多，设施化程度更高，而响马泊村的中小规模种植户则以露天种植为主。

千山县樱桃产业的兴起得益于当前樱桃种植所能获得的可观经济效益。为保证樱桃的品质，其种植全过程需要大量的人工作业，具有一定规模的种植园每年都需要雇工，尤其是采摘季节。以盈光园樱桃园为例，园区常年有 10 余个工人，在采摘季节，园区每天都要雇用 60 多人。樱桃产业的发展也为当地一些因家庭照料或年龄原因无法外出的中老年人（尤其是女性）提供了就地就近就业机会；此外，樱桃产业的发展也逐渐体现出带动周边文旅产业发展的潜力。

## （二）传统种养小农户的气候风险感知与应对实践

在八沟村这样一个由传统粮食作物种植和小规模养殖为主的小农户构成的社区，人们如何理解“气候变化”，又是如何在其生产生活实践中有意或无意地采取行动以减缓、应对或适应气候变化，这些实践中体现了怎样的逻辑？通过对 16 位村民（其中 60 岁以上老人为 12 人）、2 位村干部的访谈以及一组老人的小组访谈，我们试图获得来自微观现实中的答案。

### 1. 传统种养小农户面临的气候风险与挑战

除了“越来越热”、“热得受不了”、“夏天忒热，温度高”等日常生活方面的感知外，八沟村的大多数小农户对气候变化的感知表达与农业生产活动密切相关，涉及不同类型的气象灾害和农业生产损失。

#### 1.1 时节紊乱与不确定性

玉米是八沟村主要种植的粮食作物，因此其种植全过程也成为人们观察和感受气候变化及其影响最直接的一面镜子。千山县大部分区域播种的主要为春玉米，一般在四月下旬至五月上旬播种，八月下旬可收获。

首先，近些年春旱较为普遍且持续时间较长导致玉米无法在常规农时下种，也增加了人们耕种的难度和成本。“今年春天旱，阴历的五月二十几口才下雨，春天一点都没下雨，旱得不行，也不好浇水，只能旱着。往年差不多都是按照节气，种地是节气管的。现在人们不看节气种，他干嘛呢？什么时候下点雨什么时候种，省得拿机器浇水。不按节气种，碰上哪一年了可能都不收粮食。”（李凤英，个体小农）“现在就种一茬玉米，小麦种不了了，浇不上，没水。之前一年还能两茬，一茬小麦，一茬玉米。现在是老天爷下点雨就赶紧种上（玉米），不赶紧种就不知道什么时候能种上了。”（张建军，个体小农）

第二，作物不同生长阶段的气候敏感性和脆弱性不同，玉米种植不同环节所遭受的气候影响具有一定程度的交叉叠加性、连环性和不确定性。如春季干旱导致晚播则可能更容易在后续生长阶段遇到其他气候冲击。“有的时候，虽然刮风，但是这一阶段刮风玉米会倒，过了这一阶段刮风就不倒了。其实小风它都刮不倒，那天的风比较大，又是风又是雨，一小会儿就都倒了。玉米本身就是到一定阶段之后才会生成深根，一开始根比较浅，根深了秸秆才会比较坚固。这个阶段就是不能刮风，不然玉米就倒地。”（梁德旺，村干部兼个体小农）“你怎么了解啊，有灾害你也知不道。他说要刮大风，有时候又不刮。有的时候说下冰雹呢，你也不知道在哪下，没法弄。”（高保国，果园种植户，承包果园混种桃、梨、苹果等，并在积极学习酵素制作等生态种植技术）种植时节的紊乱也会导致病虫害增加或出现与往年不一样的新的病虫害，“虫子发展一般里都有规律，什么虫子什么时候出来，这几年它不按那规律来了，像变异了似的。”（高保国）

因此，本该在特定时节播种或收获的作物，可能因气候因素而推迟或提前，时节紊乱与不确定性的增加直接影响作物产量和质量，也间接影响人们的收入和继续耕种的信心。“种庄稼的时候雨水少，但是进入到伏期之后，雨水又特别多，就相当于需要雨水的时候雨水特别少，不需要雨水的时候雨水又特别勤，就是前斩后错，老是感觉这个庄稼种不对。”（刘占山夫妻，个体小农）访谈中，来自另一个乡镇的一位女性表示，“今年是他们这大风都扑了，去年我种了将近四亩地的玉米，也没有逃过一场大风，投资了好几千，才收了 600 块钱棒子钱，今年我就不想种了，你想啊，我赔好几千块钱，为什么还要种呀？”（王秀兰，庄旺镇一心村村民，碧水生态园员工兼个体小农）“别管以后得天时地利会怎样，今年我是赔了好几千块钱，种地挺贵，我还没种完，花了 1000 买了八十斤棒子种都用完了，买化肥花了 1000，旋耕机旋地 1000），这都三千了，就别说在花钱去追肥了，今年这棒子都被风吹倒了，根都出来了，算是白闹了。”（张建军）

## 1.2 从灾害与损失理解“气候变化”

尽管历史上不同类型的灾害性天气在河北千山县并不少见（如关于 1963 年海河特大洪水<sup>18</sup>的共同记忆），但是人们对于近些年愈加频繁的极端高温、寒潮、干旱、洪水、大风等极

<sup>18</sup> 太行人家 . 1963 年——刻骨铭心的保定大雨 . 网易 , 25 July 2018, [www.163.com/dy/article/DNIEUM5D0521CHP1.html](http://www.163.com/dy/article/DNIEUM5D0521CHP1.html).

端天气亦深有感触。在八沟村，2021年前数年的高温干旱与2021年、2023年的暴雨洪涝（包含731特大暴雨）、2024年的风灾等对村庄的社会生态系统和人们生产生活产生了较大的冲击。

对于八沟村主流种植的玉米来说，其整个生长周期可能面临风、雹、洪涝、高温热害、阴雨寡照等气象灾害影响。近年，八沟村民玉米种植过程中分别遭受了干旱、暴雨山洪和风灾，直接造成减产和农民收入的减少。“往年主要就是干旱。极度干旱会导致玉米结不出籽来，就不大点个，把玉米剥开以后就几个籽。”（张建军）“今年的地好种啊？那玉米都倒完了，你看我们地里那块，都死了。”（周桂香，个体小农，刘占山妻子）“今年玉米立着的很少了，这农村里去年（2023年）跟（20）21年这两年水大的，那雨是真大啊，水都从大坝那块往下流，鱼都冲到大马路上了；桥底下都堵死了，水只能从上面过，冲到马路上；那水大的哦，好家伙！”“合着是头两年这水忒大，庄稼也不行，今年庄稼好点吧，刚开始旱，现在又涝又刮风……天不刮风，收成还可以。一刮风，这玉米都倒了，我觉着这收成六成都到不了，农村这日子忒不好过呀。”（刘占山）“去年发大水吧，有的地淹了；不过淹了吧，去年收成也还凑合，今年不行，今年遇到这个风不行了。”（刘占山）“这不前几天那一场大雨，一阵风，就是几分钟的时间，玉米全倒下了。要不是这个，今年是个好丰收，结果就那一场风，才几分钟的时间全部趴下了。”（高小菊，前个体小农，近两年因身体原因弃农）

气象灾害造成塌方和水土流失，影响土壤肥力和后续耕种。“平地还好点；要是坡地，尤其山上的那些（新造的）地，雨量过大，都可以把土壤冲刷走了，土地都变瘠薄了。”（孙有福，个体小农）“去年暴雨玉米也倒了嘛，把一些地也冲了，主要是山坡上开山造地那些，种的那些什么全部都冲了。冲得那坑坑洼洼的，有一些塌方了，塌方地后面就没法种了。那地当时是政府免费给你整的，去那个山上开地的工程量多大呀，要用勾机，原先开山造地那土都是花钱买的，从别的地方一车一车运上山的，现在冲毁了，老百姓哪修复得过来，整不起。”（高小菊）

除了主要粮食作物，气候变化也影响着其他作物的种植和村庄的生产生活环境。村内为数不多的水果种植户面临着更为复杂的气候风险。“最害怕的就是冰雹的影响，冰雹属于比较大的天灾了，冰雹会直接把桃子打烂，桃子就没法吃了。”（张国富，果园种植户，主要种桃）“现在春天冷得忒厉害，夏天特热，温度高……这果园什么都经历过，虫灾、雹灾、风灾，多了。”“今年这水果，都是因为去年冬季冻得太厉害了，树都冻死了，不死的树也受影响。苹果那花骨朵开不了花了，该开花的它开不了，出不了叶了。这还是轻的，之前有一年一下子都光了。桃树梨树冬天没死，春天长了叶，开了花了，正长果的时候又给冻死了。”

“水果（挂果的时候）是太热也有毛病，太冷也不行；太热晒过（头）了，这梨子、桃子就会一块块的黑了，等一下雨就坏了。”“大雨倒不至于把果树冲掉，主要是果子（桃）不甜，比人降糖都快。连着下两天雨，当场就不好吃了，拉出去卖都不敢让人们尝了。你吃一个他吃一个吧，一尝就走了，都不要了，它不好吃了，都不敢让他们吃了，买了一回都不敢买二

回了。得过一段时间不下雨，甜度才返回来。”（高保国）“去年我们村有的涝，花生连冲带泡，那块地整个没收成。大前年也是，栽的山药（红薯），都被泡了；去年栽的花生，花生也泡了。也分地方，山坡上就没事，低洼的地方就全是水，哪儿儿都是水。下面那个村有的把猪、羊都冲走了……这些东西受影响，就影响收入呗。”“去年的豆角我一个都没吃上，光开花但不长。不光是我的豆角，谁的都不好，天气忒热。这种情况之前也有，但是都比去年好点，去年忒热，老是 40 度、37、38 度，温度太高了。”（高保国）

因八沟村整体上养殖业较少，且未受到明显的影响，因此访谈中获得的信息更多是关于种植方面的。除了农户层面的损失，八沟村一些公共设施和公共区域也受到了气候灾害所带来的影响，如山体滑坡、村内路桥损毁、河道淤积堵塞等，给村庄后续发展带来了较大的挑战。

综合来看，以极端天气为表征的气候变化，对乡村的影响首先体现在农业生产尤其是农作物的种植过程中，在影响正常的农作周期、造成耕种时节的紊乱之余，人们从直观的灾害性天气和相应的损害与损失中感知到气候变化的影响，但是其认知和表达并不一定与科学话语中的“气候变化”相关联，而更多将其视为传统农耕社会需要面对的自然风险，这有助于我们理解他们在实践过程中采取的态度和行动。

## 2. 小农户应对气候变化的日常实践

### 2.1 个体小农户的适应

鉴于前述的留村人口年龄结构等因素，八沟村的小农户大多只能在能力范围内采取非常有限的措施尽力适应气候变化所带来的影响。

面对干旱，**拥有水井、车辆和劳动力的农户不一定需要等待降雨即可播种，他们可以整合这些资源和工具缓解春旱所推迟的种植时节，或在作物生长过程中适当进行灌溉。**“自个有井还是能浇上，这个井打了两回。原来的小井不够用，太干了，又打了一个。”（高保国）“棒子就春天种，也没有一个固定的时间点，就看什么时候雨水好了来了就种，雨水好了种就能出苗了；有车的种得早，能赶到芒种前；不下雨的话，有车的（农户）一般就拿车拉水，拿水来浇。他们能种得早一点，根扎得深，长得好一点。”（张建军）**但是，资源和工具不足，或者劳动力不足的农户，则只能选择减少种植面积或放弃耕种。**“越来越热，最近热得受不了。今年地都不种了，之前和孩子们一起，我少种点，都是一些耐旱的，都是靠天收，我家的地不好浇，都是旱地，没水浇，我自己也浇不动。也就随便种种，给自己找点事情干。”（刘占山）“我干不了了，这两年养身体，我的那地也叫邻居种的，要不你撂到那儿，都长草了荒了就可可惜了，叫别人种上还好。”（高小菊）

面对其他的气候灾害和影响，小农户也面临着诸多无奈和困境。“这风你怎么预防啊，预防不了。为什么说农村难啊，你看这水库吧，春天旱了，你浇水浇不上，人家已经承包了，你想用你拿钱，再一个修这马路水渠都给修没了，也没法浇。这农村呗，你下点雨，落着风

调雨顺，你就多收点，落不着风调雨顺，你就少收点，靠天吃饭，没法预防。”（刘占山）“农民也没有什么好的措施来应对这些灾害和风险，基本就是**靠天吃饭**，可能有的村民懂点知识，会采取一点措施，比方说挖排水沟、选用抗倒伏作物等，但是没有大面积地采取过。那些措施也只能起到一点作用，有些天灾你完全没什么办法。”（梁德旺）

**八沟村最普遍的耕作调整则是在 2000 年左右不再种植小麦。**“我们九几年也种植小麦的，后面因为干旱不种了。之前，我们村分旱田和水田，水田不是南方那种，而是说能浇得上水的田（水浇地）。一般用水泵、水渠灌溉，最起码能浇得上。但是后面没水了，一个人两个人不种小麦了，慢慢地，大家就都不种小麦了。”（孙巧云，村干部兼个体小农）干旱和灌溉困难（“浇不上”）是该村不再种植小麦的主要原因，但是彼时劳动力外流也是不可忽视的原因。除了耐旱性方面的优势，玉米比小麦更好管理，投入成本更低的特性也更加契合村庄老龄化程度日益加剧的劳动力结构。“之前，一个大口井最起码能保证一亩多的地能浇上水，慢慢地浇不上了。水库不能覆盖全部的地，旱的时候河道都没水。再加上后面外出打工的人比较多，农民工工资也高了，赶回来收麦子耽误的工钱（与种小麦获得的收益相比）不上算。因为我们这里不能机械化种植，只能靠镰刀割，外出打工的劳动力就得回来。回来 5 天，在城市里打工一天挣 200 块，这就（损失）1000 了。一家的地里顶多产千八百斤小麦，一斤小麦 1 块钱，还不如在外面打工呢。而且小麦还得抢收，不是你啥时候回来都行，收完小麦还得继续种玉米，这误工费又是一笔钱。水是一个原因，劳动力也是一个原因。玉米不需要很多劳动力，可以收回来堆在家里，等到冬天劳动力回家了慢慢剥。小麦就不行，就得抢收抢种。”（梁德旺）

**结合日积月累的农事经验和各种信息渠道，八沟村小农户们不断形成其日常化的适应策略，以应对极端天气、种植时节紊乱、病虫害等的冲击。**“我经常在手机上天气预报，有时候预报有雨，实际没雨，有时候预报没雨，但又下雨。所以说天气是算不准的，谁跟老天爷斗法呢。”（李凤英）“平时会通过看书来学习一些种植知识，种地种了很多年了，也积累了一定的经验。我看的主要是河北省的农业书籍，但是还得根据当时的情况来判断选择。”（张国富）

“大家依然信任节气，反正就是到了对应的节气，比方说哪个节气前后一般有雨，有时候雨来得早一点，大家也是看天。农村里基本上还是看节气。你想让村民靠科技种地，老人们多少会呢？有时候也靠天气预报，气象局地震局有那些个监测预报。但是老百姓他们就是看云再看雨是不是快来了，看云走向，什么样的云会下什么样的雨。天天都看着它，靠着它，不能一点不知道啊，这就是经验。”（梁德旺）“种樱桃有技术的，但是今年这个天气还是得减产。也分大小年，这个开花的时候，如果是极寒天气，容易把花冻了。樱桃开花的时候本来应该烟熏，给樱桃保暖，但是咱们这儿防火等级高，不好操作。”（宋师傅，小规模樱桃种植管理人员）“哪里都有闹虫灾的，你该种地还得种。那书本上都有说什么虫子什么时候出来，现在不按照这个来了；但是如果今年完了以后再出现，你就知道多打一回药了呗，不吃一回教训你不知道。”（张国富）“玉米种子一般从种子站一年一买，每年也不一样。主

要听人推荐，什么抗冻的、抗旱的、抗风的、推荐什么买什么，但其实风一来该倒还是倒，今年不行了明年就再换一批。”（张建军）

除了外出务工，留在村庄继续从事农业生产的部分小农户则努力在本地拓展收入来源，以对冲气候变化所带来的影响，保证其生计的可持续性。这些措施包括：①充分利用开山造地以及其他外出村民闲置土地，适当扩大传统作物耕种面积，同时通过加工提高农产品附加值，并拓展直接消费市场。八沟村远近闻名的花生油、红薯粉条等农产品正是这一策略的产物。“我今年种了5亩花生，花生一亩地按400斤来说，一斤最高5块钱，一亩地收2000块钱。这2000块钱抛开成本之后，就只剩1000多块钱了。只有榨了油，它的经济效益才能更高些。我还种了10亩红薯，正常年头不欠收的情况下，效益应该在5万多块钱，但这些的前提是我得把红薯做成红薯粉条。红薯粉条现在已经有稳定的销售渠道了，不愁卖，卖不出去也可以储存着。”（梁德旺）②增加山坡上果树的种植，其中杏、核桃、柿子、板栗等的小规模种植较为普遍，另有少数农户种植数亩到十数亩不等的桃、梨、苹果或樱桃，通过直接出售鲜果或者部分制作干果获得一些收入；③适度转变耕作方式。如，多种水果混种降低气候风险带来的影响，不至于因为某一种果树受到冲击而颗粒无收，同时也可以分散个人劳动时间投入，不至于将果园所有劳动全部集中到某一个时间段，在应对气候变化的同时也适应老年人的劳动力特点：“苹果和桃子不一样，桃子怕下大雨，苹果不怕雨。去年苹果可以，苹果晚。这个不行了，那个你还能赶上点呗，你要都是一个就糟了。为什么我都不能多种？你要说真的，一年如果只有一种（水果），得了灾了，颗粒无收你也没法。昨天你们看到那茄子，就是树死了后，我就种点菜吧；这边树死了后我种了点黄瓜来着，黄瓜收了后，又种了点玉米，往后卖点玉米吧。”（高保国）④抓住其他经济和就业机会，增加收入。例如2023年下半年，特别耐旱且耐贫瘠的野生酸枣价格突然上涨，八沟村很多村民开始起早贪黑上山找寻酸枣并采摘出售，野生且具有气候韧性的作物，因其药食两用的功能被发掘和产业化，意外地给当年遭受了重大洪灾的八沟村民带来了额外的一些收入。

小农户的韧性还体现在，面对种地的劳累和愈发频繁的气候灾害，只要自身仍有劳动能力，他们仍然不会放弃耕种，“没有那么多风调雨顺了，不可能怕灾了就不种了，哪年要是没种但实际年景好，收成不错呢？你种了才会有收获，土地在那里，只要种了，哪怕有灾害，多少都有一些收成。”（李凤英）

## 2.2 集体行动与组织

从村集体的角度，八沟村尚未围绕气候变化多重表征和影响进行专门的讨论和安排，因此也尚未有相应的应对机制和具体举措。绝大多数的集体行动是在应灾框架下具有较强行政指导性的工作。

例如，在吸取2021年暴雨灾害教训后，八沟村在上级部门指导下完善了山洪灾害预警、人员转移安置、应急保供等防汛预案，确保防汛责任分工明确，转移安置到户到人。因此，前期的防汛准备工作为2023年的特大暴雨应对奠定了坚实基础，使得八沟村响应较为及时

有效，没有出现任何人员伤亡。“真正暴雨来了，镇上也赶不到这边来，所以主要村委会组织和老百姓自救，互相帮助。”暴雨过后，八沟村两委迅速组织力量依据“先抢险再修复，分清轻重缓急”的原则有序开展灾后重建。“去年水灾以后，我们村就自个儿老百姓组织起来了，不想等靠要，水下去了就自发组织修，那会儿没电，道路不通，也没有信号，什么都不通了。”但是，对于这次特大暴雨前旷日持久的干旱和旱涝急转的过程，显然村集体尚未能关联起来进行整体性的问题摸排并做出相应的安排。2024年，借助国债资金灾后重建项目，八沟村进行了河道整治和桥梁修复等工程。

村庄的小型水库为集体时期修建，目前属于村集体资产，水面承包给了第三方养鱼，村集体保有取水权。“但是现在一般的时候谁也不使的，想浇地也浇不上。下面的水渠都年久失修了，也用不了，抽出来水也流不过来。平常你不旱水库就有水，一早水库也没水了。最早是集体为了灌溉而建设，现在更多是闲置。”村庄应对旱情带来的灌溉用水紧缺的措施主要是打机井补充灌溉。目前，八沟村的农业灌溉主要依靠18口灌溉机井。

八沟村位于千山县森林防火高风险区，按照上级要求，每年3月初至4月底及其他高温、干旱、大风时期需要严格防火，村里为此设置了专门的森林防火员、护林员，并定期培训。村干部和村民均认为，因为没有厂矿，没有经济来源，河道整修等这些项目都要国家拨款，如果没有国家的支持，村集体并没有能力进行任何公共基础设施建设或提供社区公共服务。同时，对于个体农户层面需要增加资金或劳动力投入的气候适应项目，集体层面并不能提供有效的支持。



图 3-7 河北千山县八沟村的施工队正加紧修整河道与河堤，近些年河北夏季的雨量增多，重整河道能增强排涝防涝的能力。

### 2.3 制度性支持与保障

目前宏观层面并未建立起小农户应对气候变化的制度性支持与保障体系,但是通过灾害预警、知识与信息传播、作物灾害保险、农业补贴等制度性的支持,小农户应对气候灾害和适应气候变化的能力在一定程度上得以增强。

2024年《中央一号文件》提到要“加强气象灾害短期预警和中长期趋势研判,健全农业防灾减灾救灾长效机制”“加强农村防灾减灾工程、应急管理信息化和公共消防设施建设,提升防灾避险和自救互救能力。”河北省千山县农业农村局和水利局等部门相继印刷了宣传手册发放到村,提前在不同层次和范围组织相关演练;具体到某一具有预警必要性的气象信息,一般由县、乡镇自上而下快速通知到村,村里再做具体部署安排。

县农业农村局曾组织过农业技术培训,涉及病虫害防治等方面,村庄派代表参加,并加入相关信息群,涉及农作物病虫害或者其他的生产技术问题,可以拍照发到群里问专家,专家提供指导。例如遇到锈病之类的,农民可以拍照发到群里面,专家在线给指导,偶尔也来直接到现场解决一些技术问题。村干部和极少数村民能够较好地利用天气预报和卫星云图及时捕捉气候信息并在能力范围内采取适当的预防措施。灾害过后,农业农村局等部门也会进村宣传受灾以后如何抢种和补种等,以减少农户损失。

从2024年起,中国已面向全国所有的种粮农户、全国所有的种粮地域全面实施三大粮食作物(稻谷、小麦、玉米)完全成本保险(包括化肥、种子、地膜等生产过程直接投入和地租、人工)和种植收入保险政策(据预计产出粮食和价格测算的目标收入),中央财政对中西部地区和东北地区补贴45%,东部地区补贴35%,省级财政补贴不低于25%,农户自缴比例20%<sup>19</sup>。2024年8月在八沟调研过程中,该政策尚未具体落实到村,彼时刚遭受了风灾导致玉米倒伏的小农户均表示前两年按照玉米种植面积交了一定的保费,但是在洪灾之后并未获得期望的补偿,关于2024年如何继续缴纳或是否有适用的新政尚未有确定通知,因此较为迷茫。

此外,2024年春季,八沟小农户收到来自上级补贴的花生种子,因此本年度全村花生种植面积有一定增加。

### 3. 小农户应对气候变化的行动逻辑

在八沟村这样一个以传统粮食作物耕种为主的村庄,小农户已不同程度地感受到气候变化尤其是极端天气气候事件所带来的各方面影响,并在能力范围内采取了一定的应对举措,这些应对或适应策略未必是积极主动的扩张和投入,也未必是一成不变或具有确定结果的,但都体现了调研案例中小农户在适应气候变化过程中特定的认知和行动逻辑。

<sup>19</sup> 财政部. 中央财政农业保险保费补贴管理办法. 2022年1月1日, <https://www.ahhz.gov.cn/zwgk/public/6616266/10877307.html>

### 3.1 对气候变化的认知：“老天爷说了算”

八沟村的小农户，尤其是老一辈的农民，大多认为气候与天气是人类难以干预、难以控制的自然现象。一方面，他们敬畏“老天爷”，认为刮风下雨雷电冰雹都是“老天爷说了算”；“老天爷叫你活着，你就活着；老天爷不叫你活着，你就活不了；反正都得看老天爷，再科学也不行。”农民认为在其生长的土地上只能因地制宜，选择适合那块土地的作物和种植时节、耕作方式等，无论是否有地利人和，都需要顺应天时。另一方面，他们相信中国远古时代基于天象观测而形成的天干地支和六十甲子的轮回，尤其是在2023年遭遇特大暴雨冲击之后，很多人回溯到1963年的特大暴雨，认为这是不可抗的自然轮回规律，这一认识通过抖音等短视频平台传播得到进一步强化，部分人对类似说法以及“气候变化”“没有风调雨顺这一说了”等深以为然。

集体记忆和命定论的判断在一定程度上能够解释小农户哪怕遭受了较为严重的气候灾害影响，一般也不会采取激进的应对和适应策略，而更倾向于在能力范围内采取有限的相对稳定的措施，剩下的更多“看老天爷”“靠天收”。与周围环境相处过程中日积月累的经验使其形成了对自然和自然规律的敬畏，对于什么时机采取什么措施可能有效有自己的判断。

### 3.2 在气候风险中继续种地：意义、成本、能力与资源

在气候灾害日渐频繁，风险日渐增加的背景下，八沟村并没有出现明显的土地撂荒现象，反而新开辟的坡地也被充分耕种起来，部分被访者为这一现象提供了解释。

在问及“种地这么累，还有很多灾害，会不会有好多人都就不种地了”时，被访群体的回答具有高度的一致性：“种呗，有灾害就有灾害，地不种不行，种上了之后能收一点是一点，是吧？”“老百姓没办法，能打工的打点工，不能打工的就种点地，要维持生活。种点地、喂喂羊，也没想过年纪大了就休息不种了，老百姓只能靠种地。不种地不行，只能买。”“靠天吃饭，浇不了水。老天下雨，你就收点，不下雨你就收不了。收不了就高价买呗，反正你也总得过。”“种呐，不种地什么都没有，不种地吃什么啊？老百姓，就是头一年不收，下一年还得种。你不种你吃什么？现在种地的都是老人，年轻的谁也不种地了。老人种地就是能收一点是一点。早先有井还能浇地，现在种地主要靠天收。”“种粮食种挫杆（低杆）的，挫杆的风刮不了，再一个禁得住旱一点。种红薯、花生、山药，禁得住旱，保险一些，而且起码风吹不倒。”“有灾害还是得种啊，人家都种，今年天好了收了，你没种你又后悔了是不是。反正种了能多收一点就多收一点，有灾害，少收一点就少收一点。”

由此可见，对于从事传统作物种植的小农户来说，气候变化所带来的影响并不会立即改变人们的耕种意愿和习惯，在没有别的因素影响下，他们既不会马上放弃耕种，也不会立即调整作物类型和品种等，而是会将较短时间段的气候事件放到具有更长时间积累的历史经验中审视，形成当下的判断和决策。这一方面可以理解为小农的气候韧性或小农与土地之间的情感连接，但也要意识到对于老龄化日甚的乡村来说，小农户能够坚持种地有时也是不得已之举，因为“种点地”能够解决低收入老年人群基本的食物供给问题，而不至于只能依靠

微薄的养老金和子女供养，也是因超龄等原因无法在外务工而返乡或留守在村的人们重要的生计方式。在此过程中，“成本”是一个具有多重解释面向的模糊概念。

“老百姓种地，你要是想种，就不要算那个账了。家里养点牲口、养点鸡鸭鹅、养个猪的，最起码种点地，人有得吃，剩下的喂牲口，省你花钱买。出去挣不了钱打不了工的那些人，把这个地种上，到时候好歹这一亩地，投资了 500，能卖个 800，收成好能卖个 1000，还能赚几百的零花钱。反正也出去挣不着钱，在家呆着种上好歹都能收一些，要是需要外面打工的人回来帮着种或者是需要雇人种，就不上算了。要遇到这风灾什么的就赔钱，所以说老百姓种地就不能算着那赔钱不赔钱的，只能稀里糊涂种了就得了，要是算这个账，这个地谁也不愿意种。其实种了也没有说获得多少利益，就是不想把那个地荒，咱农村人有地，就舍不得扔。身体允许的情况下，我肯定是想种的。”（高小菊）

小农户是否采取气候适应或应对策略以及如何开展行动在很大程度上当然也与具体措施所需投入的成本与预期效果有关，还与其自身的知识、能力以及所能动用的资源和可获得的外部支持有关。

前面已经提到，2000 年前后八沟村小麦从式微到消失，除了干旱和浇灌困难等因素，这一作物的属性和种植成本也是重要因素。相比收购价格类似的玉米，小麦的管理成本和所需付出的时间均不具有优势，加上其收获的特定季节刚性与当时的劳动力外出热潮之间存在矛盾，各方面更具灵活性的玉米即从中胜出，并在村中持续种植至今。“小麦的种植成本很高，生长期最少要浇 5 次水，还有人工成本。但玉米只要播种之后，就不太需要去打理了；玉米和小麦的市场价格都是一块多一斤，两者卖出价格差不多；比起小麦，玉米的成本更低，所以大家就更愿意去种玉米而不是小麦了。”

成本或是机会成本的计算，让很多看似非常必要和合理的适应策略变得困难。例如，给梨套袋能够防止高温灼伤，高保国并没有选择套袋。一是觉得套了袋以后梨的口感不好，另外就是自己一个人也套不过来，因为孩子们在外务工、老伴身体不好，家里什么事情都需要他自己一个人去做，都顾不过来。“雇人也雇不起，一天工钱 120 或者至少 100 块，自己套一天套 1000-1200 个，要是雇人套可能只能套 700-800 个，1 毛钱 1 个也没人给你套。最后收获的那点东西值多少钱呢？要是套上袋子工钱得多少钱呢？雇人要工资，他还得有时间给你干。所以我不雇，爱怎么怎么着，收点就收点，收不了拉倒，坏了就扔了呗，你没法啊。套袋之后还要摘袋子，摘袋子比套袋子还慢，200 块钱工钱，你能买多少东西了，成本太高了。我这岁数的人了，干一天算一天，哪天不想动了就不干它了。”而冬季果园管理有的人会刷白，但是高保国觉得自己一个人弄不过来，所以也没有进行相关的保护措施，故而出现果树冻死的情况。孩子们也不愿意回家帮忙，因为在外打工一天至少挣两三百。他的考虑是，果园安装防鸟网，购买农药化肥，实在弄不过来也雇人，因为草太多雇人耨了两次地，他心疼每一次的现金支出，果树种植以尽量“不赔钱”为目标。在此过程中，高保国自身的劳动成本是其收入的主要来源，而其他的投入则是他需要谨慎控制的“成本”。



图 3-8 千山县八沟村一位农户为自家果园安装防鸟、防雷网，极少个体农户会安装这类设施，更多人还是习惯粗放管理，看天吃饭，通常种些玉米、花生等低附加值的农作物，极少种植养护更繁琐的苹果。

对于另外一些小农户而言，因健康和体力等各方面因素限制，劳动投入本身是一种难以承受的负担。这既可能加剧气候变化的影响，还会导致其不得不选择劳动节约型的措施，而无法进入减缓和适应气候变化的轨道。“要想地不被水冲了，就得有排水沟。其实我们之前都是有排水沟的，只是后面老是大旱，慢慢地排水沟（起不到作用）就被填了。现在天老是下雨，那就得重新弄水沟，只要水有地方走，就淹不到哪去。去年的洪水主要是河道承载不了了，所以水才出来了。有人只说自己的地被水冲了，但问题是为什么就冲你的不冲别人的？问他水沟呢？水沟填平了。”（梁德旺）“生态农业得从各个方面真正实现生态，比方说从环境问题上，至少得有循环，而且这个循环还得运行起来，虽然系统可能不大，但是各个部分肯定都是有的啊，包括这个循环再利用。”（梁德旺）但是，“这些年种子化肥都猛长，现在都没人锄地了，全都是打除草剂。”（孙巧云）

八沟村所有小农户在农业生产和气候方面的知识主要依赖于自身直接经验的积累或上一辈经验的传承。他们在种地的过程中慢慢摸索出土地的特性，季节与物候，化肥与有机肥的不同效果。但是，其中也存在明显的个人兴趣和代际差异。例如，我们访谈到的两位种植果树的老农也通过书本、电视、外出培训和观摩建立自己关于果树种植的知识体系，一路“摸着石头过河”，在各种挫折和遭遇中不断了解政策、学习技术、熟悉市场、关注天气、防治病虫害、织网防鸟类野物，应对灾害……等等；而年轻的八零后村干部梁德旺则在智能手机上查看卫星云图观测气象，了解作物品种特性，联系其农产品的直接对接单位……在经验传承的基础上，现代信息技术和智能工具在一定程度上增强了他选择作物、扩大种植面积的信

心，使其能找到在适度规模基础上差异化经营的密码——选择抗倒伏玉米种子，红薯花生尽可能生态化种植、加工后出售红薯粉条和花生油、以质量赢得口碑和客户——并成功实践。

同时也要注意，村庄的公共资源以及集体所能提供的公共服务非常有限。例如，水库已不能履行公共水利设施的功能，对外承包后水库的主要功能是养鱼，无法调节水量、补充灌溉；农业生产中的互助虽仍有少量存在，但在老龄化背景下难以为继；农业技术信息传播与当地的关联和有效性有待提高；气候变化背景下的粮食生产需要更多制度性的保障。

选择耐旱型作物、在春旱时推迟播种时间、果树混种、使用除草剂以减少锄地、减少牲畜养殖从而不再努力支撑种养循环……当前语境下，除梁德旺等极少数年轻人在适度拓展种养规模外，八沟村大多数小农户采取的是维持型和收缩型的生产方式，村内土地流转和规模化种养几乎未发生。随着其他生计来源不断丰富以及比例不断升高，小规模农业存续的经济意义逐渐式微，而频繁的气候事件冲击、老龄化的农业劳动群体进一步强化了维持型和收缩型的生产，“谁种得多，对谁的影响就更突出；种得多的受到气候变化的影响更严重，损失也会比较多。”但是，不可忽视小规模农业存续或“种点地”在经济意义之外亦具有重要的社会意义。在气候冲击中，人们模糊成本和损失，关注仍然可得的收成和收入，若适应气候变化的措施需要更多的劳动和资本投入，而损失的减少或收益增量并不确定，相应的资源支持与保障亦不完善时，“顺其自然”也不失为一种理性的哲学。

### （三）综合性生态园区面临的气候风险与应对选择

作为一个成立和经营时间并不是很长的综合性生态园区，碧水生态园所面临的气候风险与挑战主要有哪些？主要基于什么样的逻辑采取何种应对和适应行动？与那些以传统种养为主的小农户之间又有何差异或相似性？围绕上述问题，研究团队首先对生态园直接负责人进行了深度访谈，并对园区各项目进行了实地踏查；之后访谈了园区工作人员（包括大棚种植的主要管理者、大棚种植的雇佣工人、园区采购管理员、花园饭店服务员等）和当地村民总计 10 人次，试图找到上述问题的答案。

#### 1. 综合性生态园区面临的气候风险与挑战

碧水生态园自开园以来所经历的重大气候灾害主要发生于近五年，其中包括千山县各地普遍遭受的 2021 年和 2023 年的夏季暴雨洪灾，以及 2023 年末 2024 年初的暴雪冷冻灾害，还有较为频繁的大风天气；由于生态园靠近河流以及灌溉设施的完善，干旱对于生态园的影响并不明显。总体上，生态园面临着较为复杂多元的气候风险，几乎在每一次发生于该区域的气候灾害中均遭受损失。就在生态园建设初期（2014-2015 年），当时为数不多的大棚种植蔬果还曾受持续数月的阴天夹杂雾霾影响无法进行光合作用，几乎整个冬天生长停滞。

## 1.1 气候灾害冲击下的直接影响

碧水生态园建有设施大棚 300 亩，而设施农业的发展，本是利用人工建造的设施，使传统农业逐步摆脱自然的束缚，走向现代工厂化农业、环境安全型农业生产，同时也是农产品打破传统农业的季节性，实现农产品的反季节上市，进一步满足多元化、多层次消费需求的有效方法。经营主体在设施化建设过程中往往更关注设施内部人为营造的农业生产环境，对于传统露天农业非常敏感的天气气候现象反而相对不那么敏感，但是在频繁的极端气候灾害冲击下，设施农业亦不能幸免于难。

气候灾害对碧水生态园的影响最直观地体现在大棚、文旅项目相关景观、建筑和道路、桥梁等设施遭受物理层面的破坏。首先，暴雨、暴雪和大风天气都可能损坏园区大棚设施。2021 年 7 月 16-18 日，千山县普降大暴雨，千山县五条主要山区行洪河道中，北千水河最大流量 527 立方米每秒，为 1963 年以来最大一次洪水，造成全县大面积的道路、多处桥梁及部分山体出现坍塌，大量农田、果园、房屋等受损。从地理位置上看，碧水生态园的大部分区域处在北千水河环绕之中，园内多处设施大棚被冲毁，损失严重。2023 年 7 月，因接连多日暴雨，大水没过河岸冲进碧水生态园，园内水深与桌面齐高，大部分大棚被冲塌或淹没，且部分为 2022 年修复或新建。2023 年 12 月，由于降雪量过大，园区内的许多大棚因积雪过重而被压塌。直到 2024 年 8 月，后面两次的受损大棚尚未完全修复，部分大棚直接被废弃。此外，夏季大风天气也会对棚体造成一定的损坏，大棚遮阳网会被风吹断或者覆膜会被风吹破的情况时有发生。

冲进园区的大水往往还裹挟着大量泥沙，冲塌墙体，并在建筑内淤积。即使没有坍塌的墙体在长时间的大水浸泡中也出现开裂。暴雨冲塌或大雪压塌大棚后，棚内种植作物的环境遭到破坏，作物难以正常生长，产量和质量均下降，从而影响到果蔬的供给和采摘项目，前期种苗培育过程中的各项投入均无法收回。大棚内被暴雨冲刷和浸泡过的土地往往带有细菌、病毒、寄生虫等，无法直接进行果蔬种植，必须先杀菌消毒并放置一段时间后才能重新种植作物。

水体冲刷、冲撞也对园区道路桥梁和景观设施造成破坏。2024 年 8 月调研团队实地勘察时仍可见未修复的桥梁以及坍塌的上山步道，前者存在修复投入和责任不清的问题，后者目前仅用柔性钢丝防护网进行了保护性处理以防止落石，步道并未修复，也不再开放使用。此外，园区种植的部分绿化植被也在 2023 年 12 月的暴雪和低温天气里被冻死；由于洪涝的突发性和严重性，园内水上游艇也都在毫无防备的情况下被水流带走。

所有这些都严重影响园区经营服务的提供。大棚完成修复前，采摘项目无法正常运行；景观和休闲娱乐设施修复前，相关的项目服务都无法开展；而淤泥清理、墙体修复均需要在充分的时间和资金保障下才能完成；园区环境的受损状态显然并非安全且有吸引力的休闲娱乐之所，到访园区的人流量直线下降。正如生态园负责人所言，“单纯清理修复其实还好，主要那一段时间，旅游休闲的氛围都没有了”。气候灾害冲击摧毁了这样一个综合性生态园

健康存续的很多基础，紧跟着固定资产损毁和经营性收入减少的，是园区修复的巨额成本投入和园区发展的机会成本。气候灾害的连环冲击也严重打击了经营者的信心；叠加新冠疫情、经济下行、政府补贴退坡、设施老化等多重因素，碧水生态园的运转颇为艰难。2024年下半年，碧水生态园勉力维持着相对完好的部分设施大棚以及餐饮住宿等项目的运行，以尽可能弥补灾害影响，维持收支平衡。

## 1.2 气候灾害冲击影响的扩散

气候灾害对综合性生态园的影响并不仅仅是物理层面的破坏、经济上的损失，生产经营者和消费者的信心，也会波及到周边村民的生计，尤其是用工和土地租金支付。

在气候灾害冲击下，除少数季节性的项目和活动时间外，碧水生态园较长时间游客稀少，运营停滞、放缓或规模体量缩小，园区所需本地劳动力也大大减少，种植大棚所需常态化和临时雇工均明显下降，其他项目则不再需要雇工或者雇工人次减少。气候灾害所带来的损失及多重风险叠加的盈利困难导致碧水生态园资金周转不畅，多位村民提及生态园近五六年未向村民支付流转土地的租金（或称入股分红，约为800元/亩/年）。曾有村民意图追讨，但得到的答复是碧水生态园受灾经营困难，难以给付，而村民也逐渐了解到生态园实际客流情况和各类灾害受损情况而表示理解。然而，废弃的设施大棚既得不到修缮使用，其原本占用的土地也难以恢复或再退回小农户进行耕种，周围农户在此过程中承担了土地成本。好在园区所处村庄村民大多外出务工或在村饲养牲畜，土地收入只占大多数村民收入较小的部分，“目前村民的收入，可能不是来源于种地的收入，一家可能就两三亩地，所以大家也不指望种地”，对于少数土地流转给生态园且生计困难的村民，园区尽量为其安排了一定的临时工作，暂时并未有特别明显的紧张和冲突发生。

也有村民提到，生态园配套建设了大量的社区公共设施，园区内大量开放区域可供村民娱乐健身休闲活动，对村庄做出了一定的贡献；气候灾害虽然导致碧水生态园自身经营困难并影响到部分村民的收入，但生态园建设水上项目时挖宽挖深河道，使其相较于之前能够承载的水容量更大，在洪灾发生时起到了疏水泄洪的作用，从而使得村民人身财产等几乎没有受到洪涝的影响。生态园的存在犹如物理上的缓冲带，阻隔了暴雨洪灾对当地村民的房屋等设施的破坏，当地民众对其持有较为包容的态度。

但是，持续的气候灾害冲击使得园区生产经营服务处于萎缩的状态，在尝试借助其他方面的收入和外部各种资源进行缓慢修复的过程中，园区重心主要放在如何弥补损失，保证短期的收支平衡，而无力促进全面的修复、创新和新的投入。

## 2. 综合性生态园区应对气候变化的行动实践与逻辑

面对气候灾害的冲击，在具体的生产经营实践中，碧水生态园是如何回应的，其中又体现了综合性生态园区应对气候变化尤其是极端天气时的哪些特点？

## 2.1 综合性生态园如何面对极端天气及其影响

夏季暴雨和洪涝灾害是碧水生态园面临的主要气候灾害。生态园也会采取一些预防性的措施，如根据天气预报或上级政府预警通知对园区进行一定的预防布置，包括开闸放水、降低河道水位等；同时还会组织员工开展一定的灾害应对培训和演练，安排轮流值班，及时侦查水势和应对突发状况；生态园中的花园饭店还会垒沙袋以防止大雨漫进店内；安装防护网以放置雨季山体滑坡、碎石砸落，保障了游客人身安全和园内设施安全。但是这些并不足以面对如 2023 年那样持续时间特别长的暴雨。

此时，直面气候变化的冲击、抢险救灾是首要任务。生态园被大水冲毁园后当务之急是排涝，接着就是清理园内各种设施的淤泥、修复破损或重新购置设备，将基本项目恢复原貌，全力恢复园区的运营。但 2023 年水灾一年后，设施大棚的修复或重建尚未进行。除了消毒杀菌外，需要观察棚内其他植物（如杂草）的生长情况以判断土地的恢复质量，这对于生态种植较为关键，负责人的乐观预期是 2025 年春季能够恢复受损大棚的种植和运营。

但是碧水生态园几经气候灾害，负责人对采取进一步应对行动的态度较为悲观。在他看来，采取预防性措施也难以预料极端天气所带来影响之严重程度，不断修复重建之后又是无法预判的灾害冲击。气候变化的不确定性像是凡人难测的无底深渊，采取的积极的行动方式仿佛一直都在重蹈覆辙，最终一切只能以一种看似淡然实则无奈的态度来看待——看天意——“其实现在回想起来，我 22 年更多的是重新建设，但是没想到 23 年又发了这样大的水，因为 21 年那个水我感觉已经很大了，但是没想到 23 年更大，就导致我们 22 年重新修建的很多设施在 23 年又一次冲垮了。……所以说我们今年也不敢行动了，万一再发大水再冲倒怎么办？现在这种专业种植的人，大家可能也都拿这个天气没有什么办法。……现在这个园区我也做不到整体的一个整理，天气预报有的时候也不一定准，而且发大水的严重程度也没有办法去做到提前预报，我们努力的结果如何，可能更多还是要看老天爷的天意。”（王越，碧水生态园负责人）

2023 年 12 月，千山县罕见最低气温下降至-25℃，同时降雪量相比往年大大增加。面对低温天气，维持大棚内作物的正常生长需要专业技术以及足够的时间和耐心。暴雪导致园区内道路积雪，通行困难；园区内的许多大棚被暴雪压塌，原本大棚内生长作物则遭受低温冻害。“去年下大雪的时候，我们也知道要及时清雪，但是雪实在是太大了，清雪完全跟不上，大棚就被压塌了。”（杨振华，生态园工作人员）剩下几个较为完好的大棚，工作人员齐心协力给盖上了棉被，但保温效果仍然有限。

不过，面对暴雪和低温冻害，碧水生态园负责人在总结经验之后稍显乐观：“洪灾我抵抗不了，但比如说如果明年再下雪，我肯定就会知道把重量给分散开，就不会让大棚倒塌。我们一开始也想到了要撒盐，但是我们都知撒盐一般都是在路上撒，雪直接就化了，但是大棚上可能就不适用；那些像铁皮厂房一样的大棚，一般都是通过点火的方式来进行升温，然后去进行清理，但是大棚上面都覆盖着塑料布，也不能点太大把塑料布给点着了；另外以

后改造可以考虑弄成双层的大棚或者说利用相关的加温设施。……如果说我一开始建造大棚的时候，我就知道会有这么大的雪，那么我肯定直接用棉被、用骨架的。”（王越）

在遭受气候灾害冲击所带来的损失后，碧水生态园也在尽力拓展其业务，以维持其基本运转。例如，生态园曾考虑过“认领一块地”的活动，尝试将土地转包给别人来种，但是实际操作时并没有人愿意认领；在游客稀少的时节，生态园陆续承接一些厂商在当地的宣传推广活动，为其提供场地和餐饮服务，以获得一定的收入；与此同时，负责人不再将全部精力投入至生态园的经营，而是回归到砂石料开采加工行业，且认为园区需要既懂技术又懂经营管理的青年人才参与建设，需要高校的人才力量支持；此外，生态园此前曾购买了政策性的农业成本保险，但是赔偿标准最多补贴作物的直接投资成本，设施的损毁损失并未包含在内。

## 2.2 综合性生态园气候变化应对的特点

碧水生态园以接近于生态农业的方式生产，减少或避免使用农药和除草剂，并通过种植特色蔬果，保持作物吸引人的外观和口感，为食客提供视觉和味觉上的良好体验，从而实现良性的生态和经济的循环。这一生产体系和生产方式或许在一定程度上有助力减缓气候变化的效果，但是生态园负责人以及相关的工作人员并未将此与气候变化相联系，而更多从市场和经营的角度考虑；然而，多次气候灾害的遭遇，让碧水生态园不得不进入到应对气候变化的叙事之中，需要面对不同的冲击采取预防、响应、修复行动。

首先，在气候灾害来临之前，对于一个综合性生态园应该在哪些方面采取什么举措来应对可能发生的何种气候灾害，负责人和相关的工作人员尚未形成清晰的认识，一方面因为气候变化本身具有很强的不确定性，另一方面也因为生态园发展时间较短，其建设和管理过程中尚未积累这方面的经验。因此，他们能够采取的预防措施总体上非常有限，并且面对每一次不同的灾害，也很难确定某一种预防措施是否有效，故而能做的更多是对传统农耕模式下一些经验的学习与转用，或以相关部门的预警通知信息作为参考，做一些力所能及的预防和演习。但是，从实践效果来看，开闸放水、培训演练等预防措施所能够抵御的灾害强度有限，实际效果亦不可知；**即便有通过各类渠道接收到的预警信息，生态园上下能够提前知晓某些可能的风险，他们仍然不一定有足够的能力和资源进行有效的预防和应对。**“（有关部门）基本以提醒为主，但是我感觉没多大用，因为最后的决定还是要自己做。比方说大水马上要来了发个通知提醒我有洪涝灾害但是没有用啊……不可能收到提前的预报我们的努力就一下子可以更多，还是要看老天爷的天意。”（王越）

其次，暴雨洪涝和冰雪冻害来临时，碧水生态园积极应对但仍难以避免这些重大气候灾害带来的损失。一方面，对于一个在近十年时间内建设和改造的非稳定人造生态系统，生态园上下以及技术专家对其了解和研究并不充分，尤其是对生态园内部的构造和脆弱性、可能遭遇的各种冲击及损害程度等并未进行充分的测试和检验，主要负责人和工作人员没有确定的信息和方向，实际响应和应对过程就会较为被动，甚至束手无策；另一方面，响应过程中面临的种种困难很容易让人产生“于事无补”的挫败感，且无意间将自然的强大和人类之渺

小放大；此外，综合性的生态园区内经营业务的多样性或许能增强其应对市场风险的韧性，但在具体的气候灾害来临时，也可能增加其所需响应的问题的复杂性，导致行动响应的失焦和力不从心。

第三，气候灾害过后，修复和重建成为主要的工作。在初次遭遇以及尚有足够的资金和资源投入的情况下，生态园积极组织修复受损的设施和项目，以期尽快恢复正常经营。但是，修复之后不久即面临的再次更严重的冲击以及其他类型的气候灾害，对于任何农业生产经营主体来说都难以承受。灾害的突发性、严重性、反复性和不确定性也让生态园负责人对于是否还要继续投入到修复和重建中表示怀疑，园区整体经营状态亦不足以支撑大刀阔斧的修复性投资建设；同时，关于哪些损失和修复应该由生态园承担，哪些部分应该由村委会和上级政府部门承担这一原本较为模糊的责任边界问题也浮出水面。以河道清理和桥梁修复为例，生态园认为应属于政府负责处理的范畴，因此倾向于等待结合政府支持灾后重建或公共建设的项目或资金计划再进行修复，部分村民也认为基础设施类项目工程需要政府的投入，无论是个人、村集体还是生态园这样的经营主体，都无法独立承担。

通常认为，综合性生态园区的多样化经营以及纵向和横向的整合能够增强其对抗风险的能力，但是在复杂多变的经济社会环境之下，面对多重气候风险，这样一个非稳定的人造生态系统体现出相对有限的韧性。作为构成生态园运转模式的核心内容，以设施农业为主体的农业生产成为气候灾害冲击中最薄弱的环节，但是生态园尚无充分的知识、技术、资源和能力去找到关键突破口，进行全方位的气候适应安排以及“预防—适应—转型”全周期的韧性管理。

#### （四）樱桃产业气候变化应对实践中的市场与技术导向

千山县樱桃产业从零起步，经过十余年的发展，已形成年产值近 4 亿元的产业。“樱桃好吃树难栽”这句俗语生动概括了樱桃种植的高难度与高价值之间的矛盾。那么，在河北千山县双槐镇樱桃产业发展过程中主要面临什么样的气候风险？而樱桃产业和独立的种植户在面对气候风险冲击时又会采取怎样的应对措施？通过走访东沙旺盈光园、西杨村吉祥园、裕丰田家庭农场三个规模较大的樱桃种植园以及响马泊村的樱桃种植专业户，与主要负责人、技术工人、田间管理者等进行访谈，本研究试图勾画双槐镇樱桃产业应对气候变化的图景。

##### 1. 樱桃产业发展面临的气候风险与挑战

樱桃的生长周期通常从休眠期开始，之后是萌芽期、开花期、坐果期、果实膨大期、采收期和养护期，每一阶段发生时间和所需的环境指标与樱桃品种及气候条件密切相关。在露天种植模式下，完全或基本符合樱桃生长周期所需光、热、水等指标的地理环境并不是很多。尽管拥有优越的地理位置和气候条件，千山县樱桃产业发展仍深受气候变化影响，樱桃种植

过程和产业链均面临多重气候风险与挑战，其中极端气温、降水、强对流天气和长期气候变化等影响较为突出，樱桃种植户（园）不得不对关键节点和关键气候因素保持高度敏感。

### 1.1 暖冬致无法满足休眠期需冷量

首先，樱桃生长周期中不同阶段有特定的温度或积温范围要求。大多数樱桃品种需在冬季休眠期积累 600-1500 小时的 0-7.2℃低温（即需冷量，常见的“美早”品种需 1200 小时，“红灯”品种需 1400 小时）才能正常萌芽，若冷量不足则会导致萌芽延迟、花芽分化不良、畸形花比例上升、坐果率下降，如 2022 年河北千山县的暖冬导致部分果园开花延迟，花芽发育不完整，出现如雌蕊退化、花粉不育等问题，整体开花量减少近 40%；而需冷量不足导致的萌芽期推迟和开花异常又与授粉树花期产生了错位，因花粉活性不足而导致授粉失败，坐果率降低、果实畸形（如双胞胎果）比例增加，糖分积累不足，影响果实甜度和质量；因暖冬而未充分休眠的树体在倒春寒袭来时也更加脆弱，如千山县 2023 年 4 月霜冻导致未完成休眠的樱桃树冻死率达 15%，其根系活力和抗旱抗病能力也显著降低，受影响果园综合减产约 50%。

对千山县低于零度积温和时长的分析发现，千山县负积温在近 50 多年呈下降趋势，线性系数为 9.7℃/10 年，特别是在 1981-2000 年的下降趋势明显，在近十几年负积温的变化趋势不明显。平均气温低于零度的日数也呈下降趋势，线性系数越 0.8 天/10 年。冬季负积温不足可能导致冷量不足，不利于樱桃生长，也不利于病虫害防治。

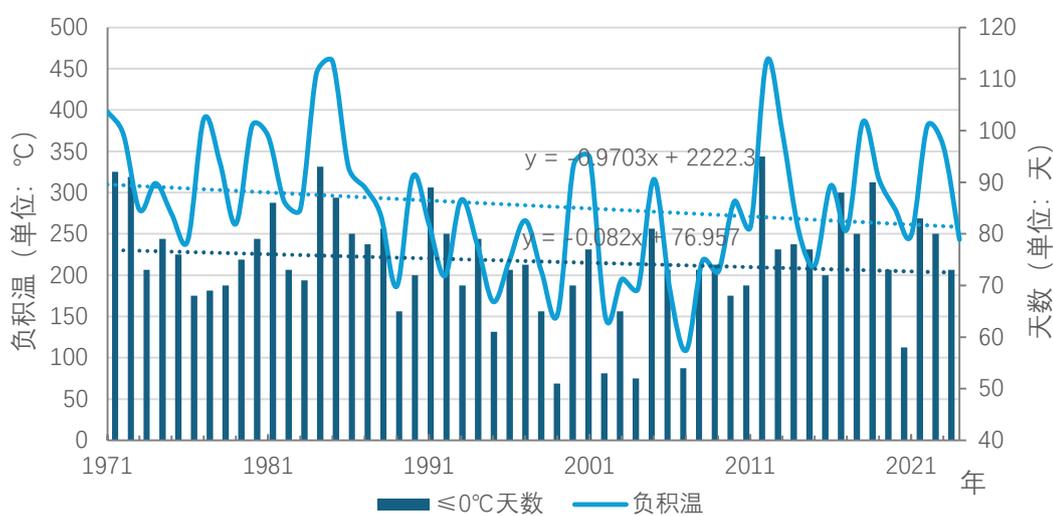


图 3-9 千山县 1971-2024 年负积温及平均气温低于零度的天数

其次，花期异常高温同样会影响授粉成功率；而果实发育期高温则直接加速果实成熟但降低糖酸比，导致果皮变薄、裂果率增加，整体产量、质量和收益均降低。“现在夏天特别热，温度特别高，对樱桃不好；天气太热挂果成熟太快，采不过来；没挂果时对花芽也有影响。”（吴树生，东沙旺村村书记）“前些天特别热，就容易出现双胞胎，两个樱桃长在一起。”（徐金刚，田间管理者）

对3-7月气温极高值的分析发现：千山县日平均温度、日最低和最低气温的极端高值均呈明显的上升趋势，其中日最高气温的上升趋势最为明显，线性系数为0.36℃/10年，最低气温和平均气温分别为0.26℃/10年，0.21℃/10年。特别是3月和7月日最高气温极值上升显著，近50多年升温速度均超过0.45℃/10年。生长期极端高温上升可能会对樱桃产量、品质造成影响。

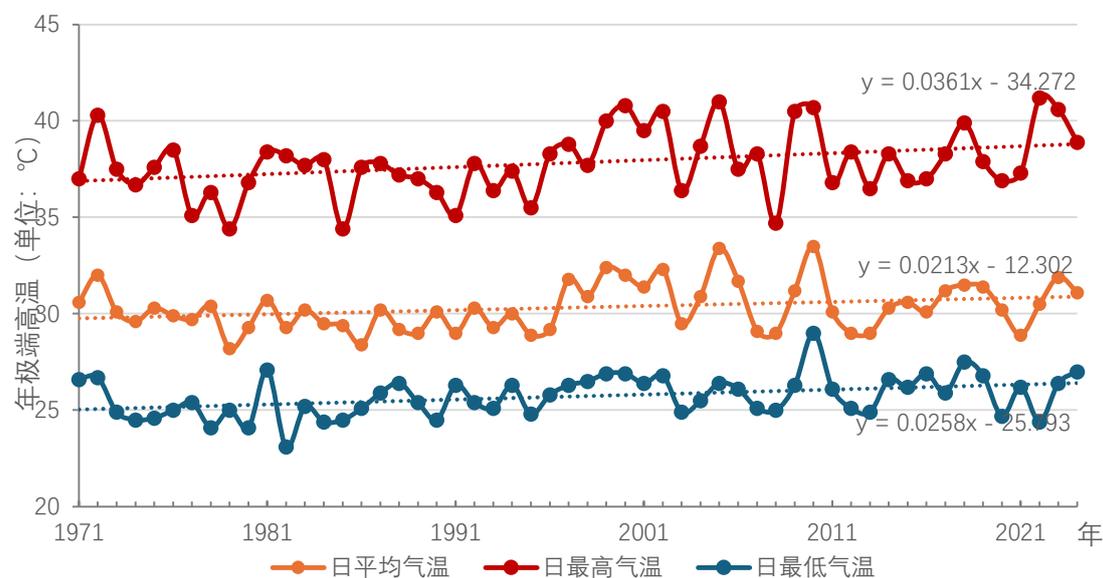


图 3-10 千山县 1971-2024 年樱桃生长期年极端高温

## 1.2 长时降雨和湿涝影响樱桃生长过程及果品

樱桃树属浅根系树种，长期积水会导致根系缺氧，引发厌氧呼吸，吸收根变黑死亡，根颈部皮孔膨大呈窒息状。严重时，叶片边缘焦枯，树势迅速衰弱，最终整株死亡。因此，樱桃果园的排水防涝非常重要。“樱桃最怕的就是水，所以种植樱桃为什么都要把排水系统做好。”（何铁，裕丰农家庭农场负责人）“哪怕是在大棚内，阴天也需要及时通风防止湿度过高。”（周长志）樱桃开花期相对湿度 60-70%有利于授粉，但湿度过高（>80%）易诱发灰霉病；成熟期（5-6 月）需干燥少雨（月降水≤50 毫米），若湿度>70%则加剧裂果和病害（如褐腐病），“今年（2024 年）5 月份下雨太多，因为没设施，正好遇上成熟期，就烂了不少果，只能找人加班采摘，人也不好请，费用还比较高。”（吴树生）“这个露天的一到忙的季节了都怕闹天气，一闹天气我们都上火。”（周长志）

樱桃树虽然怕涝，但生长周期内大部分时间也需要充足的水分和一定的空气湿度，若空气湿度较低，也不利于它的生长。“樱桃还是不好管理，它这个树比较娇气，又不能旱又不能涝的。”（徐金刚）据种植户说，樱桃种植春冬季必须保证充分的水分供给，对树的营养保持和休眠有益处。樱桃转色期间、成熟之前需水很少，只需要适当少量浇水就行，但此时正是千山县的缺水季节，需要通过深的机井灌溉，目前大的樱桃园均已布置滴灌系统。



图 3-11 千山县一家樱桃种植基地。专业的种植公司为保证樱桃树免受冰雹与低温等极端天气影响，修建了大棚。棚内有灌溉设备保重土壤湿度，樱桃树均做了低矮化与剪枝处理。

### 1.3 精心管理仍难逃极端天气和气候灾害影响

千山县近年比较多见的极端天气/气候灾害对各类作物、各种农业生产模式均产生了较为明显的影响，樱桃产业也不例外。2021 年和 2023 年两次暴雨洪灾均发生于樱桃采收期之后的养护期，且因双槐镇的樱桃园多种植于山坡，排水较为方便，因此对于樱桃种植户的直接影响并不是非常明显，但也出现少数露天或大棚种植樱桃苗木死亡。“去年水灾，有些树都涝死了；泡了，樱桃树一泡就死；咱们这地势好，排水也做的比较好，相对算好；离我不远的一个地方就死了好多树，大棚里的树死了几百棵，得损失几十万吧；夏天大棚是没有扣的，算是露天的，所以大棚里的排水也得做好。”（何铁）



图 3-12 露天种植在山坡上的樱桃树，每三棵安装了一台电动防雷网，在冰雹来袭或雨水过多时，防雷网通过电控开关打开，覆盖在樱桃树上，平时则是收紧状态，保证樱桃树更多日照。

2023 年冬天千山县的极端低温同样影响到樱桃生长过程。通常情况下，根系在 $-10^{\circ}\text{C}$ 以下易受冻害， $-18^{\circ}\text{C}$ 以下会导致枝干冻裂， $-25^{\circ}\text{C}$ 可能造成整株死亡，据不同种植户透露，“2023 年冬天一度零下二十四五度，很多花芽冻坏、冻死了，不开花；有时倒春寒也会影响。”（吴树生）“我管理这片樱桃的花芽都受了冻害了，今年开花的时候看花也不少，但是坐不住果；西边山脚的就冻得少点，跟地方小气候也有关系。”（刘石柱，种植技术人员兼田间管理者）

#### 1.4 长期气候变化的综合影响

长期气候变化也在影响区域性的气候，并对不同作物和产业发展形成新的挑战。例如，千山县近 10 年冬季均温上升  $1.2^{\circ}\text{C}$ ，冷量减少约 15%，目前较为普遍种植的“红灯”“美早”等需冷量较高的樱桃品种从植物生理上适应较差，就会需要额外的人工补冷或以低需冷量品种替代。此外，冬春季干旱导致野花较少，蜜蜂也随之减少，樱桃种植难以通过蜜蜂授粉保证，增加了租蜂以及人工授粉的成本。“原来那个蜂特别多，蜜蜂它授粉，现在蜜蜂特别少，授粉授不过来就得人工授粉，就得买专门的花粉。”（李春光，响马泊村专业种植户兼书记）据了解，西杨村吉祥园每年需要租 20 窝左右的蜜蜂帮助授粉，此外还需要借助风力传播授粉和人工授粉；东沙旺村盈光园同样需要租蜂，每年 15-16 箱，主要用于露天种植部分，其大棚种植的樱桃全部从大连购买花粉采用人工授粉；裕丰田家庭农场同样根据不同品种从大连采购花粉。

每一个樱桃种植户都提到气候变暖或者冷热时节紊乱导致红蜘蛛控制时点难以把握，一不小心可能造成虫害。红蜘蛛以卵或成螨在树皮裂缝、土壤中越冬，耐寒性较强。若冬季温

暖（均温 $>9^{\circ}\text{C}$ ），越冬存活率提高，次年虫害基数增大。红蜘蛛在  $20-30^{\circ}\text{C}$  时繁殖最快，完成一代仅需 10-15 天。若未能把握好时机在其出蛰盛期及时施药，则可能泛滥成灾。“红蜘蛛这个东西现在不好控，不光樱桃，很多果树都免不了，红蜘蛛喜热，温度只要达到  $20-25^{\circ}\text{C}$  左右就出来，它一出来叶子就卷了，营养供不上，对树的危害比较大。过去光种粮食的时候少，种果树后比较多。”（李春光）“休养期同样需要防虫，就是那钻心虫还有那肉虫，因为一般在玉米刨了之后，地里没什么东西了，虫子就往这边跑。”（周长志）

## 2. 新兴樱桃产业应对气候变化：从荒山到摇钱树的韧性之路

面对系列气候风险与挑战，樱桃种植户（园）往往需结合当地的气候条件、樱桃的生物物理属性以及自身的人力物力财力确定种植模式和经营管理思路，并采取适用的技术对种植过程进行非常精细和科学的管理。而千山县樱桃产业的发展史，亦潜藏着应对气候变化的某种路径。

### 2.1 引种樱桃：作物转换中的市场嗅觉

在大约二十多年前因灌溉和劳动力等因素影响开始不种小麦后，玉米成为千山县很多乡镇种植的主要农作物，但是农民“土里刨食”的收益微薄，很多人仍不得不外出寻找其他的生计来源。北京新发地农产品批发市场是部分外出村民的落脚点之一，也成为千山县引种各种水果的重要“启示录”。

2010 年，新发地市场商户周庆福在西杨村的荒山试种樱桃，率先开启了“作物革命”。另据响马泊村书记介绍：“我们这的果树，2012-13 年开始发展比较多。当时我们有人在新发地做水果批发，那里的很多水果都是从外地引进过来的，价格相当高，当时就想，千山县离北京这么近，为什么不能在我们这种呢？所以就开始引进来试种，哪个贵就引哪个，成功的带动不成功的，越种越多。比如李子有好几种，原来那个黑布朗李，在市场那批发还七八块钱呢，现在我们这地里边就两块多了；我们也有不同品种的桃，油桃、蟠桃、水蜜桃、毛桃、雪桃、中华寿桃……从六月开始成熟到八月十五都有，黄蟠桃从我们这批发几块钱，超市可能会卖到十几块钱一斤；杏也有，白杏、油杏……再有这个樱桃……都是在新发地做生意的，通过亲属关系、朋友关系，你带我，我带你，相互带，这么发展起来的。现在我们村有 40 来家算是果树专业种植户，种个二三十亩以上的。”

裕丰田家庭农场目前经营的樱桃园曾经是葡萄园，种植摩尔瓦多酿酒葡萄，但是“选的品种和管理都不太好，没有发展起来。接着就把葡萄砍了，栽的李子。李子也是搞了一二年，以鲜果为主，而且它的生长周期比较长，阳历的 8 月份了可能还不成熟，在这期间若发生自然灾害受灾的几率就比较大。后来老板总感觉着不合适，就更换的樱桃，它的生长周期短，从开花到上市三两个月都结束了，自然风险小点。”（刘石柱）

对双槐镇樱桃规模种植起到重要推动作用的赵昌顺同样跟新发地市场有着紧密的联系，其本人就长期在北京新发地从事樱桃等果类批发贸易，他发现千山县不仅具有地理区位优势

势，且昼夜温差大，樱桃成熟期可比大连早 1 个月，能够填补市场空档，因此果断投入到樱桃种植中。这些既具有敏锐的市场嗅觉又具有实干精神的先行者们，经过一系列的试种与选择，逐渐形成了当前千山县樱桃的种植结构和模式。虽然政府在不同阶段通过设施项目配套、技术培训、组织樱桃协会、创立品牌、举办樱桃节等大力支持樱桃产业发展，但是种植户最初对于樱桃市场的了解和判断，基于市场的决策具有基础性意义。

## 2.2 应对挑战：植物生理学与精细管理的技术

樱桃对气候敏感，千山县近年来频发的极端天气和长期气候变化给传统种植模式带来了多重挑战。种植户需要通过不断学习和实践植物生理学调控与一系列精细管理的技术，从而构建起科学、动态的气候适应体系。

首先，在决定建设樱桃园之初，种植户一般会投入大量时间和精力学习了解樱桃本身的植物生理属性、环境需求和气候敏感点，以便结合当地情况在种植区域和品种选择、田间管理（土壤、光照与水肥等）、设施配套、病虫害防治等方面采取积极预防和适应措施。例如，种植户一般会樱桃园建设之前了解某一山坡或山沟的小气候情况，以便选择在不同的位置种植需冷量和光照需求不同的品种，结合种植规模对樱桃整体上市时间进行一定的调节；同时需要考虑耕种难度和成本、灌溉、排水和交通便利性等因素，提前确定好相应的资源来源，做好有关设施的布置。但是，樱桃产业的发展仍受土地性质约束，并非所有的土地都可以用于种植樱桃或建设设施大棚，基本农田的红线不能碰。

其次，种植过程和樱桃生长周期中，面对气候的多变性和气候灾害的冲击，动态化的精细管理显得更为突出。例如，认识到有机肥能够在一定程度上防止涝灾之后的根腐病，樱桃种植园大都使用自制或购买的有机肥。“我们肥料全是纯有机的，门外全存的羊粪，专门从邻县拉过来的，我们自己再发酵，发酵完秋天把每一棵树周围挖沟，再把粪推上，埋上，再浇水。”（周长志；何铁）而防止涝灾的方式还包括提前通过坡降设计，保证下雨时树根前不存水，外围排水系统和沟渠的疏通，起垄栽培、棚内通风等；在一些涉农资金支持下，樱桃园大都有打井和铺设滴灌系统，干旱的时候能够优先保证樱桃园用水，因此目前干旱对樱桃生长周期不构成明显影响；为防止冻害之后需要重新栽种新一批树苗，有的樱桃园会采用密植方式；传统上防低温冻害的方式是点火烟熏，但仅适用于面积很小的情况，规模到几十亩几百亩就很难。“所以说樱桃产业想成功必须做设施大棚，露天想投资少，可以建简单的防雨棚，那么不像大棚，用的材料也少，就是顶上放上布，首先能防鸟，其次可以防倒春寒；成熟期还能遮荫防雨，只是没法调节樱桃上市时间。”（何铁）

而大棚种植樱桃相比其他露天大田作物的生产需要更多精细化的管理。“新建大棚设施标准较高，每年都需要提前维修维护，不能让它有问题，让风一般损害不到，雪自动就化了。但是天气预报还是要经常看的，下雪或者下雨的话，棉被往往得提前把它卷起来，不然都起不来了，如果起不来，捂两天赶上开花期间，花腐病就得了，就全军覆没了。”除了资本和技术的投入，樱桃种植更是一个劳动密集型的产业，樱桃生长周期内所需的精细化管理对应

着巨大的工作量和劳动需求。“一年之计在于春，春天就开始忙了。如果你有设施大棚的话，冬天也就开始忙了。樱桃确实比较讲究，它用的人工多，对技术的要求高，投资也很大，一般老百姓也种不起，所以种樱桃的为什么基本上没有小户。千山县的樱桃是几个大户做起来，真正的小户没多少。做农业需要心力，好多人在农业上坚持不好。但是，樱桃和别的果树还是有区别的，如果你做好了，掌握技术了，樱桃价格还是有的，别的价格高了消费者不接受，但是樱桃大家都接受它的价格。”（何铁）。

樱桃种植管理不仅仅涉及对环境的控制，更需要控制果品，才能满足市场的需求喜好，种植户也在不断积累园艺经验。“樱桃你不能让它长多，得控制一下量，果品、品质得保障好。花开多了得雇人工疏花，一棵树不能长那么多，不能看着舍不得，说慢慢疏；以前不知道疏花的技术就等着疏果，后来发现都长成果了你再疏，它已经吸收了这棵树的好多营养了。”这些过程也都涉及到大量的劳动投入，同样，“分果都是人工，买樱桃人家就要品质，其实在树上摘的时候，就已经把它基本上就选差不多了，现在一般必须都得让它 90%都达到大果。疏果之后一个枝上出 15 颗樱桃，或者 15 至 20 颗之间，再多也就不能要了，都得把它剪去。长出来的樱桃大部分品质大小都差不多。前期有多次授粉，这里面都涉及人工和技术。”（何铁）

目前，樱桃种植的所有环节几乎都离不开大量的人工劳动投入，樱桃种植不提倡使用除草剂，但对于规模种植园来说，下雨后疯长的杂草意味着除草的高昂人工成本，甚至人工根本处理不完，所以在养护期和开花前可能会适量使用低毒除草剂。

在病虫害防治方面，更需要精细的观察与精准的处理，尤其需要抓住时间点进行有效预防或早期干预，不能等病虫害发展到一定阶段再处理。“无论什么病虫害，等它都爆发了以后再治它，还是受到影响，叶子给你吃个光光了，还长什么啊？老百姓种东西，病虫害主要是以预防为主，真正到治疗了就稍微晚点了，打药也得吃了它能死了才行。”（吴鹏怀，种植园员工）“对于红蜘蛛，我们一般在春天发芽之前打一遍杀虫杀菌的，把虫卵全部杀死，之后到樱桃采摘之前就不能再打药了。每年在虫卵阶段就必须得打死，采摘完樱桃之后，再打一遍杀虫杀菌，就这两个就保证可以把它扼杀了。”（何铁）“红蜘蛛每年产好多卵，如果控制得好，卵少就没事；温度高了以后，打了一遍药它还是会出来。那个东西特别小，就在树皮里边那小缝里边，避免不了。每年我们那个树上面还刷那种碱黄（石硫合剂），白灰硫磺一起往树上刷，但是小枝上也刷不了，刷不到。”（李春光）此外，农业农村局也会到现场查看相关的病虫害情况，提供一定的控制措施和用药指导，每年还会使用无人机喷洒防治美国白蛾的药。

第三，无论是种植户还是樱桃种植园的管理人员、农事操作人员，大家普遍强调技术专家指导和持续学习的重要性。千山县大多数樱桃园的技术是通过从大连学习引进的，樱桃种植户会组团或独自去大连参观学习，也会邀请大连的老师来指导，种植户强调，他们请的专家并不是农业科学家，而是产业里有实践经验的，“可能理论上不一定有多高深，但是人家

实践意义好”。“我们都是从大连聘请搞了 20 多年的老工人，他们也经常来给我们指导施肥、剪枝各方面。如果我们能理解的，就不用给他们打电话了；不理解的，有时候拍照片、打视频、打电话，加强沟通联系。他也能及时给回复。”（徐彬，技术工人）“我们主要是聘请的一线专家。这个一线是这样的，人家家里边也种这个，人家搞的时间长，有实践经验，理论专家不一定行，不能光纸上谈兵。”（刘石柱）按照种植户的需求，千山县农业农村局每年也会从大连、山东等地邀请专家前来指导，特别是一些经验丰富的“土专家”，解决樱桃种植中的一些技术性问题，汲取先进种植经验。有些种植户和种植园技术工人、田间管理者也会通过各种方式自学种植技术，包括阅读樱桃种植相关的书籍和手册、通过短视频学习等，“种樱桃需要细心，有问题经常去学习，慢慢就贯通了”（何铁）。樱桃专业种植户还通过熟人关系和行业协会建立起了自己的信息网络和甄别体系，“去参观一眼就能看出来什么是表面功夫，什么是实际技术……要学习人家的时候，不能光看人家弄得特别好的那个，而是要看他一般的那个状态下是怎么样的。”（李春光）

在此过程中，各级政府和相关部门主要助力产业配套道路和交通设施建设、配套建设机井等水利设施、推广微喷滴灌、架设变压器，支持与高校合作开展技术研发和试验等；在及时发布气候预警信息的同时，具体针对樱桃产业的预防、保险和应对措施仍有待完善。

### 2.3 发展设施：主动适应中的安全感与成本

“其实搞农业，在自然面前你是什么办法都没有的，只能任自然灾害去蹂躏去踩踏，人为干涉不了，风来没法，雨来雹子来也什么办法都没有。”——这是负责管理种植园内露天樱桃的一位员工的感慨，但是，这一现状正在逐渐改变。据调研了解，在千山县 8500 亩樱桃中，已有 2000 亩左右转为设施化种植，且有进一步增加的趋势；其中本次调研的三个规模较大的樱桃种植园设施化或半设施化程度（遮阳防雨棚）都在其总种植面积的 20%以上，但响马泊村的专业种植大户仍为全露天种植。

“樱桃园在慢慢建设设施，有设施就有保障，最起码能保证每年的产量。”（吴树生）“为什么樱桃都要做设施呢？这是樱桃的产业必需，不管是春棚、暖棚还是冷棚，有设施才能保证产量和质量，我们要面对好多自然方面的灾害，如果不是大棚的话，是做不到万无一失的。”

（何铁）“这暖棚里面的，一般都在正月十五以后，可能阳历二月底三月初的样子，第一批樱桃就下来了，批发价得一百七八。”（周长志）显然，设施化种植增强了樱桃产业应对气候风险的韧性，给规模种植户带来了强烈的安全感和保障，也显著提升了其市场竞争力和经济效益。

暖棚主要借助自然阳光和温室效应进行保暖。“阳光上来时将棉被卷起来，棚内吸收太阳光照辐射后变得暖和；阳光下去后将棉被放下，就像咱们盖上被子一样，捂住白天的热度，这一宿的时间也会达到零上七八度甚至十度左右。”其成本主要在于建设材料和人工，但是投入亦不低，建设标准越高成本也会更高，因此也具有一定的门槛。同时，千山县樱桃坡地

种植较多，影响暖棚设施建设的可行性和有效性，因而部分樱桃种植园采用可伸缩防雨棚/遮阳棚，经历 2023 年暴雨后，防雨棚在其他水果种植中推广也较为普遍。

规模种植户均熟悉大连的设施樱桃种植情况，并提及到大连有他们暂时没有办法达到的更高级的技术——通过空调或空气压缩机制冷提前休眠满足需冷量，进而能将樱桃上市时间提前至春节前，但是他们都意识到这样做的高能耗与高成本投入——“人家这一个棚里三个制冷机，每个得近 5 万块钱，通过打冷休眠，这三个机子一年光电费还得 5 万……投资大，见效也高，卖 300 多块钱一斤”（周长志）。“要在冬天享受高端的国产樱桃，那成本很高的……提前怎么让它去冬眠呢？你得用制冷设备；冬眠之后，在发芽的时候，你就需要制热吧？你可以装空调给它加热。这样成熟时间就不一样，但是这成本高，价钱就高。这样的技术都在逐渐成熟，咱们千山县还没敢尝试。”（何铁）随着南半球大量车厘子在春节前后迅速进入国内市场，这样的技术是否经济的问题也值得千山县樱桃产业思考。

## （五）应对气候变化的微观实践及其启示

在全球气候变化的背景下，不同类型的农业生产经营主体面临着各自独特的气候风险，并采取不同的适应策略以减少损失、维持生产经营的可持续性。基于对河北省千山县三类典型农业生产经营主体的微观实践研究，本节进一步探讨这些主体面对的气候风险特点及其所采取的应对策略，综合分析不同策略的特点、有效性及其局限性，进而探讨“三农”领域应对气候变化的行动方向。

### 1. 不同类型生产经营主体面临的气候风险与脆弱性

#### 1.1 农业生产经营模式决定了气候脆弱性的表现形式

气候变化风险不仅表现为极端天气事件的直接破坏，还涉及长期气候趋势变化对农业生产系统的深远影响。特定农业生产经营方式原有的社会生态系统结构，尤其是其所处的自然地理和社会经济环境、主要作物类型和属性、生产经营模式等使其具有不同的气候脆弱性，从而形成不同程度的气候风险暴露、受影响的方式和损失类型。

以传统粮食作物种植为主的小农户高度依赖自然降水和传统农时节律，主要受到干旱、暴雨、极端高温、大风及病虫害等气候因素的影响。气候风险导致种植季节紊乱、作物减产甚至绝收，对农户的生计和收入构成直接冲击，但一般不会导致全部资产损毁和小农户经营的覆没。

以大量设施化改造和综合服务为特点的生态园区，试图通过人工控制减少自然环境的影响，但极端天气（如暴雨、洪水、暴雪、大风等）仍对其基础设施构成严重威胁。基础设施损毁后，不仅影响农业生产，还影响园区的旅游、餐饮等经营活动，进而延伸波及到周边村民的就业和生计，其影响更具系统性，且因生态园的资本投入较大，一次重大气候灾害可能导致企业负担沉重，甚至可能出现经营危机。

作为一种高度精细化的果树产业，樱桃种植对温度、水分和授粉条件极为敏感，因此面临暖冬、霜冻、极端高温、降水异常、病虫害等多重气候风险。温度变化影响其休眠、开花和果实成熟，降水异常则导致果实品质下降或直接损毁，从而导致其无法以高质量的产品满足市场需求，收入减少。

综合来看，小农户的气候风险主要来源于对自然环境的直接依赖，生态园则因基础设施投入大而在极端天气下更为脆弱，而樱桃产业的高回报模式使其更加依赖精准气候条件。

## 1.2 气候变化影响具有空间差异，高投入模式易形成累积脆弱性

小农户所面临的气候风险具有突发性和季节性，且主要受限于耕地的自然条件，如水源的可及性、土壤肥力、地形等，因此地理位置不同，农户的气候风险暴露程度可能有所不同。例如，土地处于高地的农户可能更容易受到干旱影响，而土地位于低洼地带的农户则更易遭受洪涝。

综合性农业生态园由于基础设施布局较为固定，受气候灾害的影响具有集中性和累积效应，而生态园自身的设施化和多功能性在短期内可能减少小范围天气变化的影响，但极端气候灾害影响的恢复期较长，可能导致经营中断甚至长期衰退。

樱桃产业的气候风险贯穿整个生长周期，具有较强的连锁性，如暖冬影响花芽分化，继而影响授粉、坐果和果实品质，进而影响下一年的产量。气候风险的影响可能跨越多个生长季，使整个产业面临长期的不稳定性。樱桃种植对温度和湿度的要求较高，因此在同一地区，不同地块的果园可能因地形、海拔、排水条件等微气候条件和区域性趋势而表现出不同的气候脆弱性。

不同于小农户的短期经济损失，生态园的气候风险主要表现为基础设施受损导致的长期经营困难，而樱桃种植的气候影响可能跨越多个生长季，导致持续的质量下降和经济收益减少。这表明，高投资、高设施依赖和市场导向的农业生产模式在气候灾害面前往往具有更强的累积脆弱性。

表 3-3 三个调研案例气候脆弱性及适应策略对比

比较维度	八沟村小农户	综合性农业生态园	樱桃产业园
气候敏感性	高度依赖自然降水，受季节性变化影响较大	依赖设施农业，极端天气影响基础设施	极高，需精确满足温度、水分、授粉等要求
气候灾害影响	主要表现为农作物减产，劳动力和资源可灵活调整	设施受损，经营模式依赖长期市场恢复	暖冬、极端高温、长时降雨、低温冻害均可严重影响产量
适应策略	调整种植时间、改种耐旱作物，减少投入	设施投资与修复，依赖市场调整	排水设施建设、授粉优化、品种改良、大棚保护
经济成本	低投入、低收益，适应性较高但缺乏系统性支持	依赖资本运作，灾后恢复成本高	高投入、高收益、高风险
市场导向	以自给自足或小规模市场交易为主	复合型经营，市场依赖度高	依赖高端市场，高品质果品需求稳定但风险高

## 2. 不同类型生产经营主体应对气候变化的策略

从河北省千山县三个调研案例实践来看,气候变化适应策略的差异不仅源于自然地理条件、社会经济结构、作物属性和资源禀赋等的限制,更深层次地反映了不同主体如何在既有的约束下发挥自身能动性,逐渐形成动态的适应性系统。

### 2.1 传统小农户: 自然地理约束下的经验性调适与韧性生存

面对气候变化所带来的时节紊乱与不确定性、极端天气灾害的频发以及农业生产系统的脆弱性,传统小农户的适应策略主要建立在**灵活调整耕作方式、降低生产投入和拓展生计来源**的基础上,如通过作物结构调整、劳动节约型耕作等适应措施和顺应自然的“经验性知识再生产”(如节气观察、灾害记忆传承)维持着对土地的持续耕作,这种被动的适应策略具有高度的动态性和地方性知识依赖,蕴含着实用主义的社会理性。

在劳动力外流和老龄化背景下,小农户的种植行为本质上是基于土地“道义经济”的生计策略。即使面临灾害导致的亏损,维持耕种仍被视为避免完全依赖市场购买粮食的“安全网”——在社会保障体系薄弱的乡村,土地耕作是老年群体维持基本生存尊严的最后防线。邻里间的土地代耕、农具共享、灾后互助修路等非正式制度,构成了小农户应对气候冲击的“社会韧性”。但这种互助网络正随着村庄空心化而逐渐瓦解,凸显出**个体化适应策略的局限性**。气候变化的不确定性加剧了小农户的“经验理性”与自然系统的复杂性之间的张力。

以小农户为主的传统农村社区应对气候变化的实践具有**高度依赖个体资源、短期调整为主、集体行动受限以及制度支持不稳定**等特点。尽管个体农户通过调整作物结构、灵活安排农事活动、拓展收入来源等方式进行适应,但**受限于资源可获得性和技术能力,这些策略往往难以形成稳定的气候适应体系**。同时,乡村基础设施脆弱性与气候变化交互影响,村庄层面的集体应对仍以灾害管理为主,缺乏系统性、前瞻性的气候适应规划,而政府提供的制度性支持在执行过程中存在不确定性,小农户对制度性支持的可获得性和稳定性缺乏信心。

### 2.2 综合性生态园: 非稳定人造生态系统的气候恢复挑战

综合性生态园作为一种集农业生产、生态保护和休闲旅游于一体的复合型经营模式,其现代化设施和经营模式使其在正常年份能够发挥农业的多功能性、提高农业综合产出、促进农村经济发展,但极端气候灾害暴露了这一人造生态系统的非稳定结构和脆弱性。一旦基础设施受损,不仅恢复成本高昂,而且恢复期长,资金链断裂的风险也随之上升。综合性生态园应对气候变化的行动不仅涉及短期的应急管理,也涵盖长期的适应策略和产业发展路径。

在气候灾害前,生态园以被动式预防和有限的风险管理为主,在极端天气到来前采取了一些基于经验和外部信息的预防措施,如水位调控、基础防护设施建设、灾害演练与检测等,尽管这些措施在一定程度上能够降低灾害发生时的直接损失,但生态园整体的预防能力较为有限,更多依赖传统经验和局部工程措施,缺乏系统性的气候适应规划,缺乏根据预警进行有效调整应对的能力。这一阶段的应对逻辑体现了预防性不足与依赖外部信息的特点,即生

态园虽然有一定的防灾意识，但因缺乏长远规划、资金支持和技术体系，使其难以形成主动适应能力，而只能采取被动式、局部化的应对措施。

在极端天气灾害（如暴雨、暴雪）来临时，生态园能够快速响应但缺乏结构性恢复机制。这意味着生态园能够在短时间内动员资源紧急应对，但由于资源有限、管理不系统，灾害的累积性影响仍然难以避免，导致恢复后短期内又遭受新的冲击。在多次失败后，气候灾害的不可预测性已对管理者心理层面产生影响，进而影响后续的决策积极性。

在连续灾害冲击后，生态园的修复能力受资金约束极大，随后进行了一系列生产经营策略的调整，以维持资金流动，但这一转型策略并未改变其核心脆弱性，即园区内的设施农业仍然是其主要受灾领域，缺乏根本性适应性调整。管理者亦反思生态园经营管理中的专业性不足并意识到对专业人才的需求，期望厘清修复责任边界，获得更多财政资金和政策性保险的支持。

**生态园整体的应对模式经历了从积极修复到消极观望的转变，呈现出“被动预防—短期响应—长期观望”的趋势。**

### 2.3 樱桃产业：市场驱动下的精细化气候适应路径

面对气候变化带来的挑战，千山县樱桃产业的发展体现出市场导向的生产调整、科技赋能的精细化管理、设施化种植的韧性提升等多重特征。其应对策略不仅涉及气候适应层面的调整，也反映出农业产业化、市场化与技术发展的交织过程。然而，在这一过程中，产业体系仍然受到政策支持、资金投入、自然地理条件等多方面因素的制约，使得其应对策略在一定程度上呈现出不均衡性和路径依赖。

千山县樱桃产业的发展始于市场逻辑，而非气候适应逻辑。最初的作物转换并非基于对气候变化的直接响应，而是农户在市场需求和收益预期的推动下进行的自主选择。然而，市场嗅觉驱动的品种引入在实践中与气候适应发生了交叉互动，并在一定程度上提高了樱桃产业的抗风险能力。

樱桃产业的适应策略并非被动响应气候变化，而是通过主动适应微气候的品种优化、水资源与土壤管理的动态调控、病虫害的精准防治、基于科技与经验的适应性学习，不断提高对气候波动的适应能力。然而，这种策略依赖于精准管理和大量人工投入，存在较高的劳动力成本和技术门槛，使得小农户难以独立进入该产业。

随着极端天气的增多，千山县樱桃种植逐步从露天模式向设施化模式转型，以提高商品率，调节上市时间，获取更高收益。设施农业（暖棚、防雨棚、滴灌）、生理调控（人工补冷、蜜蜂授粉）和精细管理（疏花疏果、病虫害预警）显著降低了樱桃产业的气候风险。设施樱桃种植的兴起，是市场驱动下应对气候变化的主动适应策略。然而，设施化种植的高投入门槛可能加剧樱桃产业的规模化和资本化趋势。

资本与技术门槛的提高，也使得樱桃产业逐步走向“精英化”。设施化种植和精细化管理需要高额投资，导致产业向大户集中，小农户的参与度下降。极端天气的不确定性仍然是

长期挑战，暖冬、倒春寒、强降雨等极端气候事件的增多，仍可能影响现有适应策略的有效性。当前樱桃产业发展的政策性支持更多集中在基础设施建设，而针对极端天气的保险、补贴和技术支持体系有待完善，政策支持的针对性与长期性有待优化。

综上，千山县樱桃产业的气候适应路径体现了“市场驱动—技术赋能—设施升级”的逻辑，但这一逻辑仍受到资本、政策和自然环境的多重制约，未来仍需更具系统性的适应规划，以提高整个产业的可持续性与气候韧性。

#### 2.4 不同类型农业生产经营主体气候适应的启示

在气候变化的背景下，不同类型农业生产经营主体的适应策略受到生产模式、资源禀赋、市场环境、政策支持等多重因素的影响。在适应策略的系统性与灵活性、适应能力资源门槛、短期应急性与长期韧性、适应策略的可复制性与适用性方面表现出不同的特点（见表 3-4），也带给我们有关下一步行动的诸多启示。

表 3-4 不同类型农业生产经营主体气候适应特点与启示（基于实地资料整理）

维度	传统小农户	综合性生态园区	樱桃产业园	思考与启示
<b>适应策略的系统性 vs. 灵活性</b>	依赖经验调整，灵活应对，如调整种植时间、改种耐旱作物，但适应策略零散，缺乏长期规划。	采取部分系统性措施（如灾害预警、设施建设），但受灾后修复成本高，管理者易产生“适应疲劳”。	设施化与精细化管理增强系统性，如温控、病虫害防控、市场调节能力，但路径依赖增强，调整成本高。	需在“灵活调整”与“系统规划”之间找到平衡，如探索低成本、可扩展的适应方案，减少极端天气的长期影响。
<b>适应能力的资源门槛</b>	适应方式依赖现有资源，如人力互助、减少耕种面积，投资有限但抗风险能力低。	适应能力依赖资金与设施，一旦连续受灾，修复能力下降，易陷入“资金短缺—灾害损失加剧”的循环。	设施化种植提升适应能力，但高资本投入提高产业门槛，导致产业向大户集中，小农户难以进入。	需推动低成本气候适应资源（如农业保险、适应性补贴、合作社模式）帮助小农户提高适应能力，避免适应不均衡加剧农业分化。
<b>时间维度：短期应急 vs. 长期韧性</b>	主要采取短期策略，如调整种植模式、减少投入，但缺乏长期适应能力，极端天气可能导致永久性退出农业。	兼顾短期应急和长期适应，但因极端天气频发，经营者对长期投入持观望态度，导致适应策略趋向短期化。	采用长期结构性适应策略，如设施升级、精准管理，但市场依赖较高，投资回收周期较长。	需从短期应急向长期韧性建设转型，鼓励投资适应性基础设施、提供长期适应资金支持，如推广适应性农业技术与抗灾设施。
<b>适应策略的可复制性与适用性</b>	依赖地方经验和传统知识，但面对新型极端气候事件，传统经验逐渐失效，适用性下降。	试图引入外部管理经验，但因资源与技术受限，缺乏系统化适应策略，部分措施难以持续推进。	结合本地经验与外部技术，如学习大连樱桃管理模式，同时调整以适应当地气候条件，适用性较强。	应推动地方经验+科技创新融合，如建立区域性农业适应示范基地，推广适应型种植模式，形成可复制的气候适应路径。

总体上，小农户依赖灵活调整，生态园区受资金和管理影响适应力不稳定，樱桃产业依靠设施化增强适应力但提高了进入门槛；资本密集型经营模式在适应能力上更强，但可能导致小农户边缘化。当前农业领域气候变化适应仍以短期调整为主，长期韧性建设不足，需要政策引导长期适应转型。适应策略应结合本地经验与现代技术，提高农业生产的气候韧性与适用性。

## 四、报告结论与研究建议

### （一）报告核心结论

#### 1. 气候变暖背景下调研案例区域平均气温普遍上升，降水模式改变，极端天气气候事件趋多趋重，对农业生产构成新挑战。

陕西省渭南市（原渭南市）位于渭北高原西部、咸阳市西北部，属于暖温带半干旱大陆性季风气候。1971-2023年，渭南市年平均气温呈波动上升趋势，线性趋势约 $0.19^{\circ}\text{C}/10$ 年；年降水量总体呈增加趋势，线性系数为13毫米/10年。在气候变化背景下，苹果生育期高温热害发生频次明显增加，其中1971-1994年高温热害频次平均为3.3天/年，1995-2023年平均为7.2天/年；近十年苹果开花期低温冷害和严重低温冷害发生频次明显降低，但是低温事件发生总频次没有明显变化趋势。

重庆市雾江区地处长江南岸丘陵地带，属亚热带季风性湿润气候，是发展都市农业的典型区县。1971-2023年，雾江区年平均气温呈波动上升趋势，线性趋势约 $0.28^{\circ}\text{C}/10$ 年；年降水量总体呈增加趋势，线性系数为20毫米/10年，年降水标准差从1971-1995年间122毫米增加到1996-2024年间214毫米。雾江区翠冠梨生育期年平均最高气温上升线性趋势系数达 $0.44^{\circ}\text{C}/10$ 年；7-8月高温日数迅速上升，线性趋势达4.7天/10年，而降水量呈下降趋势，线性趋势-5.3毫米/10年。1990年前，当地水稻生育期很少出现高温事件，2006年以后仅有三年没有出现高温事件，且其他年份高温日数和危害热积温均处于较高水平。

河北省千山县位于地处华北平原与太行山区的过渡地带，属暖温带大陆性气候，干湿季节明显，年降水量集中于夏季，易发生洪涝灾害。1971-2024年，千山县的年平均气温总体呈上升趋势，线性趋势约 $0.21^{\circ}\text{C}/10$ 年；降水总量呈增加趋势，线性系数为9毫米/10年，但降水量的年际、年内差异显著。进入2000年后，千山县多次发生连续100天没有有效降水的干旱事件。但2023年发生了日降水量超过200毫米、连续降水量超过500毫米的极端强降雨事件，造成严重的洪涝灾害。千山县负积温在近50多年间呈下降趋势，线性系数为 $-9.7^{\circ}\text{C}/10$ 年，冬季负积温不足可能导致冷量不足，不利于案例区域樱桃树的花芽分化及病虫害防治。

#### 2. 农户对气象条件变化有敏锐的观察，但缺乏对气候变化趋势及影响的科学认知。

农户凭借个人长期经验积累，对季节更迭、气温升降、降水多寡等自然现象有敏锐的洞察，大致判断出气候与往昔的不同。咸阳某农业专业合作社果园管理人认为近年气候状况反常，没有规律，难以准确判断气候变化的趋势。大多数农户对气候变化的感知和表达与农业生产活动密切相关，从直观的灾害性天气和相应的损害与损失中感知到气候变化的影响。他们的认知和表达不一定与科学话语中的“气候变化”相关联，而更多将其视为传统农耕社会需要面对的自然风险。由于对“气候变化”这一宏观的背景缺乏充分的了解，农户采取的应对措施通常只针对已经发生的问题，以短期调整为主，相对较为被动。

另一方面,近些年天气预报、广播等新媒体成为了农户重要的气象信息来源。天气预报、农业气象服务平台以及各类资讯类手机应用程序能够帮助农户及时了解到短期和中长期的天气信息以及相关应对建议,但不同农户对于这类工具的依赖程度和使用频率存在差异。农业专业合作社、农业企业对气象条件的变化更加重视,并会积极向相关部门和专家寻求相关信息和技术支持。植根于基层的农业气象信息、气象服务对于农户气候变化应对能力的提升发挥了重要的积极作用。

### **3. 气候变化对农户的生产生活兼具短期冲击与长期传导的双重影响。**

#### **● 时节不规律影响干扰作物生长周期,农户从事农业生产活动的不确定性增加。**

气温上升,降水变率显著增大,干湿振荡更加剧烈,是三个案例区域气候变化趋势的共同特征。这种不稳定的变化影响水资源供给,并可能加剧极端旱涝灾害风险。虽然重庆雾江区农户通过种植早熟梨避开了夏季高温干旱影响,但近年来夏、秋季的气温降水条件以及果树水肥管理等多因素的共同作用,导致梨树秋季二次开花,显著影响次年产量。近些年涪陵区苹果树在生长期的气温年际变异增大,冷热害频发,影响果实的产量和品质。精细化管理的设施农业也不能完全避免气候变化对于农业生态环境的复杂影响。以千山县某樱桃种植园为例,冬季气温偏高会干扰樱桃的花芽分化,而冬春季节的干旱则导致野花和野生传粉昆虫数量下降,迫使农户额外投入资金购买花粉和租用蜜蜂。农业生态环境中各类生物相互依存,一旦气候异常,整个农业生态系统将受到波及,直接影响农户的生产效益和成本控制。

#### **● 短期的极端气象灾害冲击对农户造成多方面的长期影响。**

短期极端气象灾害会破坏农业生态环境、损毁农业基础设施,导致农户的种植和经营活动受到长期影响。重庆市雾江区某水稻种植户受到2022年南方极端高温干旱影响,水田土壤蓄水层遭到破坏,难以有效囤积水分,土地自身的修复时间预计需要三年以上。传统小农户因土地细碎化程度相对更高,耕地类型常涵盖山地、坡地,难以利用农机对极端天气事件破坏后的土地进行修复,实现快速恢复耕种。河北千山县传统小农户常因极端灾害冲击改变原有种植结构,最终转向需水量和劳动力需求量相对更小的玉米、红薯等作物种植。河北省千山县某综合性生态园原本通过多元化经营增强了应对市场风险的韧性,但2021至2023年连续遭遇夏季暴雨洪涝灾害,导致农业基础设施和景观设施严重损毁,修复和重建工作被迫成为日常重心。漫长的修复周期叠加高昂成本,导致园区经营业绩下滑,用工需求减少,土地流转租金支付困难,造成长期传导效应。

### **4. 不同类型农业经营主体具有差异化的气候适应行动策略。**

#### **● 传统小农户在坚守土地“道义经济”的同时,通过生计转型积极适应气候变化。**

传统小农户增量型气候适应措施有限,转型适应特征明显。小农户多数依赖代际传承的耕作方式,对气候变化的主动适应能力较弱,农户在坚守土地耕种过程中积极采取成本可控的增量适应措施,部分农户也通过生计转型积极应对气候变化。千山县的小农户大多为留村老年人口,只能在能力范围内采取非常有限的措施尽力适应气候变化所带来的影响。拥有水

井、车辆和劳动力的农户可以整合这些资源和工具缓解春旱导致种植时节推迟的不利影响，或在作物生长过程中适当进行灌溉。资源和工具不足的农户，则只能选择减少种植面积，更换需水量少的作物，或放弃耕种。渭源县部分苹果种植农户坚持务农维持生计。面对近年来越来越不稳定的气候条件，他们通过增加施肥、打药以及贷款等措施应对气候灾害，若遇上收成欠佳的年景，辛苦一年的收入往往难以抵消投入的成本；另一部分苹果种植农户基于成本收益的理性权衡之后开始增加玉米种植面积，转向多样化种植。

- **规模化农业专业合作社在推广规划型适应性技术方面可以发挥主导作用**

根据当地气候变化趋势和生态环境特征开展长期性的趋利适应规划。山地气候呈现出“梯变效应”，为特色气候资源的开发利用提供了宝贵机会。渭源县某农民专业合作社负责人凭借经验和对本地气候特征的了解，在两个阳面的山头建设果园。由于小生境条件优越，相对于其他农户，因旱涝等灾害的损失大大减少。雾江区某村在前瞻性政策规划引领下因地制宜，挖掘山地气候资源，突显翠冠梨的种植特色，推动了农业产业的繁荣、旅游业的创新融合以及乡村治理的现代化。通过绿色食品、农产品地理标志等众多认证，显著提高了产品附加价值，给村集体和村民带来了丰厚回报。村集体专业合作社制定了符合当地实际的生态梨园生产技术标准，构建起了一套完整而高效的生态管理体系。

- **发挥农业社会化服务组织的互助机制，灵活调配资源，提升小农户应灾能力。**

在 2022 年极端高温干旱影响下，灌溉条件相对较差的耕地或者蓄水能力比较弱的坡地土壤开裂，影响土地可持续耕种。传统小农户的农用资源和工具有限，农忙和灾后恢复需要租用农机。重庆雾江区推动丘陵山区农业机械化，利用农机对土壤开裂稻田进行多次翻耕，对于修复土壤蓄水功能可以起到比较好的效果，减轻干旱对次年水稻种植的影响。例如，清河镇某农机服务机构，在极端高温干旱后向农户租借农机翻耕，加速土壤条件恢复，在一定程度上缓解了极端高温干旱的长期影响。

- **适度规模经营农业企业借助市场化手段开展精细化增量型气候适应，具备投资气候智慧型农业技术的优势，但适应成本高昂。**

拥有资金和技术的农业企业采用精细化增量型气候适应措施应对不利影响。渭源县苹果种植企业凭借资金和技术优势，更多依靠科技手段来实现增量适应措施以应对低温、高温干旱、冰雹等严重影响苹果产业的极端天气事件。针对低温霜冻、干旱等难题，企业采用大功率风机、精准滴灌系统、智能化动态监测系统高科技、高投资设备，有效地减少了相应的负面影响。千山县樱桃园正在从露天种植转向设施农业，以提高商品率，调节上市时间，获取更高收益。暖棚、防雨棚、滴灌、人工补冷、蜜蜂授粉、病虫害预警等精细管理措施显著降低了樱桃生产的气候风险。农业企业对于高度精细化的设施和技术的需求不断提高，表现为“市场驱动-技术赋能-设施升级”这一应对逻辑。在气候变化背景下，极端天气发生的不确定性增加，仍可能挑战现有应对策略的有效性，未来需要更具系统性的适应规划，以提高整个产业的可持续性与气候韧性。

## （二） 报告建议

整体而言，报告案例研究反映出，尽管不同类型的农业生产经营主体都在根据自身资源禀赋采取一些适应策略，但是还存在很多挑战：

### 1. 坚守耕作的小农户需要个体、集体、制度层面的支持。

在劳动力外流和老龄化背景下，土地耕作是传统小农户群体维持基本生存的最后防线。在气候风险日渐增加的背景下，小农户坚守“道义经济”，不会轻易放弃耕作。以小农户为主的传统农村社区应对气候变化的实践具有高度依赖个体资源、短期调整为主、集体行动受限以及制度支持不稳定等特点。尽管个体农户通过调整作物结构、灵活安排农事活动、拓展收入来源等方式进行适应，但受限于资源可获得性和技术能力，这些策略往往难以形成稳定的气候适应体系。在村庄劳动力日益短缺的背景下，邻里间土地代耕、农具共享等非正式互助网络式微，小农户应对气候冲击的“社会韧性”减弱。当前村庄层面的集体应对仍以灾害管理为主，缺乏系统性、前瞻性的气候适应规划，而政府提供的制度性支持在执行过程中存在不确定性，小农户对制度性支持的可获得性和稳定性缺乏足够的信心。

### 2. 应当关注规模化农业合作社与农业企业的高度气候脆弱性及气候适应能力。

项目研究发现，规模化农业合作社或农业企业具有较高程度的资本密集性与比较完整的产业链，相关基础设施与工具设备更容易暴露于极端天气事件的冲击之下，其面临的气候变化系统性风险更加显著。由于这两类农业经营主体还承担“联农带农”作用，其经营程度好坏还会波及关联农户的生计变化，因此更需要关注其气候脆弱性与气候适应能力。一是基于地形、海拔、排水条件等开展针对气候风险的适应性规划工作，做好项目规划选择，规避气候灾害易发地区；二是将地区气候适应工作与国家适应气候变化战略规划有机结合，系统做好农业产业的气候适应项目分类与入库工作，争取农业适应气候变化投融资支持，降低适应成本。

基于以上核心结论，研究报告认为可以从以下措施着手，有效提升不同农业经营主体应对气候风险的能力：

### 1. 加强区域气候变化与极端天气气候事件发生频率与强度的新特征及农业影响机理分析

中国农业生产主要依据传统“二十四节气”来安排农事活动，但在气候变化背景下节气时间偏移、物候期变化、极端天气增加扰乱节气规律等问题不断凸显。学界需要加强西北黄土高原、长江经济带、华北平原等重点农业生产敏感地区的区域气候变化与极端天气事件的时空变化特征分析，模拟未来极端事件发生的概率与强度，联合气象学、农学、生态学研究团队，分析气候变化对不同农业产业、作物物候以及病虫害传播的影响链，为长期气候适应策略的制定提供科学支撑。

## 2. 构建农户气候认知提升体系，推动长期系统性气候适应策略的制度化实施

农户对气候变化趋势及影响机理的认知不足导致其应对措施呈现短期化、被动化特征。随着现代信息技术在农村地区的逐步普及，新媒体推动天气预报、农业气象灾害、农业技术等信息在农户间的传播蕴含巨大潜力。通过物联网、AI 等技术也可以构建更加开放、灵活的知识平台，便于本地、外地的科研工作者、种植户更加便捷地交流学习，在此过程中需要注意老年群体的现实需求。提升气候变化认知水平有助于推动适应性决策从灾后补救向风险预防转型，形成系统性长期适应策略。

本报告建议从农户农业生产实践出发，将长期规划适应与农村社区本土文化、地方性知识进一步融合，将本地化的农事建议传递给农户，并向科研机构反馈农户需求，以帮助农户更充分地应对未来气候变化所带来的各种不确定性。

## 3. 气候适应需要更多从“减灾响应”转向“韧性规划”

农村基层应对气候变化理念应进一步从“防灾减灾”向“气候韧性建设”转型。应充分考虑农户所处的自然地理和社会经济环境、气候变化趋势、主要作物类型和属性、掌握的生产资源和生产经营模式等，提供差异化的适应措施建议，采取基础设施建设与修复、高标准农田建设等前瞻性适应规划，综合提升气候适应能力。

另一方面，建议农业经营主体以有利气候资源开发利用为抓手加强趋利适应。对于具有良好气候生态资源的地区，农业部门、气象部门、市场监督管理局以及行业协会可以协同开发富有地方特色、高附加值的农产品，推动产业发展和农户增收。

## 4. 多方协作综合性提升农户气候适应能力

农户应对气候风险离不开来自政策、资金、市场、保险、农户社区（乡村）网络等多方的共同支持。提升农户气候适应能力需要构建多方协作机制——通过优化政策支持、推动技术创新和整合地方智慧，在调动各方参与积极性的同时，防范资源分配失衡带来的新风险。吸收雾江区农业社会化服务组织服务农户应对高温干旱的成功经验，不同农业经营主体在农业物资采购、种子保育、农机具共享、产品加工与销售等方面联合起来，形成社区支持网络，共同抵御气候风险以及共担气候适应成本。真正有效的气候韧性建设，需超越“政府动员—群众响应”的单向模式，**将制度设计、技术创新和本土知识相结合，激发多元主体参与动力，共同编织韧性之网，培育社会系统应对气候不确定性的能力。**

## 附录：术语表

术语	释义
物候	生物长期适应光照、降水、温度等条件的周期性变化，形成的生长发育节律。
节气	以太阳历为基础，根据太阳在黄道上的位置，从黄经 0°起，每隔 15°为一节，每月一个“中气”和一个“节气”，全年分十二个“中气”和十二个“节气”，合称二十四节气。二十四节气是中国宝贵的农业科学遗产，更是中国人认“时”、用“时”的智慧结晶。
霜冻	指空气温度突然下降，地表温度骤降到 0℃以下，使农作物受到损害，甚至死亡的现象。春季发生的晚霜冻是指春播作物苗期、果树花期、越冬作物返青后发生的霜冻，对作物生长造成严重影响。
倒春寒	初春气温回升较快，而后出现阶段性气温偏低的天气现象。
负积温	某时段内低于 0℃的逐日日平均气温的总和，表示冬季寒冷程度和作物越冬条件好坏。
山地梯变效应	山地随海拔高度和相对高差变化而导致的自然-人文景观的梯次变化现象，是山地地域系统演变的综合集成效应。
苹果高温热害	根据陕西省地方标准《苹果气象灾害》，苹果的高温热害分为高温、高温热害、严重高温热害三个等级，对应的日最高气温范围分别为 35℃-38℃，38℃-40℃，和大于 40℃。
苹果开花期低温冷害	根据陕西省地方标准《苹果气象灾害》，苹果花期冻害分为低温、低温冻害和严重低温冻害三个等级，对应的日最低气温分别为 0℃-2.2℃，-1.6℃-2.2℃，和小于等于-1.6℃。
苹果黑星病	由苹果黑星菌侵染所引起的、发生在苹果上的病害。主要危害叶片或果实，叶柄、果柄、花芽、花器及新梢，从落花期到苹果成熟期均可造成危害。
水稻高温日数	根据《水稻热害气象等级》，水稻生长季内最高气温大于或等于 35℃的日数。
水稻危害热积温	根据《水稻热害气象等级》，水稻孕穗-开花期、灌浆期连续高温日数达 3 天及以上时，日最高气温高于 35℃的累积量。
气象干旱综合指数	根据《中华人民共和国国家标准气象干旱等级》，气象干旱综合指数是综合考虑前期不同时间段降水和蒸散对当前干旱的影响而构建的一种干旱指数。

---

<b>道义经济</b>	经济人类学概念，指传统社会中农村的经济模式中，农民不单追求个人利益最大化，也受道德准则和价值观所驱使，在避免风险和安全第一的原则下，遵从“互惠性”惯例，并通过各种重新分配的制度，确保村民的最低生活标准。
<b>增量适应</b>	侧重于改进现有资源和管理实践,其核心目标是在给定的范围内保持系统或过程的本质和完整性。
<b>转型适应</b>	在预测或应对气候变化及其影响时改变了社会和生态系统的基本属性。

---