

干旱期水田保墒灌溉应急技术措施

徐丽敏

哈尔套农业综合服务中心，辽宁省阜新市，123221；

摘要：针对干旱对水田生产的威胁，本文系统研究干旱期保墒灌溉应急技术。分析干旱对土壤水分、作物生长及生态环境的影响，重点阐述覆盖保墒、节水灌溉、土壤改良等关键技术的原理与实施方法。结合东北地区农业生产特点，验证各项技术在提升土壤保墒能力、增强作物抗旱性方面的实际效果。研究表明，综合应用多种应急技术可显著减少水分蒸发、提高水资源利用效率，为干旱期水田稳产提供技术保障。

关键词：干旱期；水田；保墒灌溉；应急技术

DOI：10.69979/3060-8767.25.06.028

引言

干旱是东北地区农业生产面临的主要气象灾害之一，尤其在黑龙江省中部和西部干旱频发区，干旱期水田水分蒸发加剧，常导致土壤墒情不足、作物减产。2023 年松嫩平原统计显示，受夏季干旱影响，部分县市水稻单产下降 15%~20%，暴露出干旱对水田生产的严重威胁。在此背景下，探索适合东北地区的保墒灌溉应急技术，对稳定粮食产量、保障国家粮食安全具有重要意义。本文结合区域气候特征与生产实践，梳理干旱期水田保墒灌溉的核心技术措施，为农业抗旱提供科学指导。

1 干旱对水田的影响

1.1 土壤水分与肥力衰退

干旱环境下，水田土壤水分收支失衡显著，0—20 厘米耕层受光照、风力影响，日蒸发量达 5~8 毫米，为常规年份湿润期的 2—3 倍。持续干旱 15 天以上，土壤含水量较正常年份减少 20%~30%，田间持水量降至 60%~65%，根系吸水面临更大土壤张力，水分传导效率下降 30%~40%。同时，水分流失致使土壤颗粒间隙扩大，通气孔隙度增加 10%~15%，毛管孔隙度却减少 20%~25%，形成“上干下实”结构。微生物群落受胁迫改变，好气性固氮菌、解磷菌数量分别减少 30%和 25%，氮素矿化速率下降 20%，土壤速效磷、钾含量降低 12%和 10%，根系可吸收养分不足正常水平 70%。2024 年哈尔滨双城区监测表明，干旱 4 周后，稻田土壤有机质下降 1.2 个百分点，团粒结构受损，耕层硬度增加 15%~20%，加剧根系伸展阻力。

1.2 作物生长与产量形成受阻

水分亏缺对作物生理功能产生连锁抑制。水稻叶片气孔导度下降 40%~50%，致使 CO_2 摄入不足，光合作

用暗反应受限，光合速率较适宜水分条件降低 25%~30%，叶绿体淀粉粒积累减少超 40%。根系发育受影响，根尖细胞分裂减缓，根长缩短 15%~20%，侧根数量减少 20%~25%，根冠比降至 0.6—0.7，水分吸收面积缩小 30%。生殖期缺水严重影响器官建成，水稻分蘖、穗分化、灌浆等阶段分别出现有效分蘖减少 10%~15%、枝梗分化数下降 8%~12%、空秕率增加 15%~20%等问题^[1]。2022 年绥化试验显示，干旱稻田单产减 28%，稻米品质显著下降^[2]。

1.3 区域生态环境连锁恶化

干旱引发的生态效应向周边扩散：水田水位下降致芦苇、香蒲等挺水植物减少超 60%，沉水植物近乎消失，破坏水生食物链，田鱼、河蟹等水产产量下降 50%~60%。裸露田面成为扬尘源，干旱期扬尘量较湿润期增 4—6 倍，PM10 浓度超标 2—3 倍。作物抗病性下降使稻瘟病、纹枯病发生率升 20%~30%，农户需增 15%~20%农药用量，污染物随径流进入水体，形成“干旱—病害—污染”循环。此外，干旱致田埂开裂，雨季水土流失加剧，松嫩平原干旱区年土壤侵蚀模数增 30%~40%，黑土地退化加重。

2 覆盖保墒技术

2.1 地膜覆盖保墒技术

地膜覆盖通过物理阻隔减少土壤蒸发，核心是构建封闭微环境：0.012 毫米黑色地膜透光率低于 10%，可抑草并减蒸发 40%~50%，同时吸收太阳辐射使地温升高 2—3℃，促进根系提早 5~7 天发育，根系活力增强 15%~20%。铺设时需平整土地，确保地膜与地表贴合度超 90%，边缘压实 5~10 厘米防跑墒。东北冬季积雪期长，春季覆膜可提前 10~15 天播种。2023 年哈尔滨阿

城区试验显示,地膜覆盖使玉米耕层含水量增 15%,灌浆期地温日均升 1.5℃,单株粒重增 10%,干旱年份减产幅度缩 40%。

2.2 秸秆覆盖保墒技术

秸秆覆盖通过多重机制改善根区环境:将玉米、水稻秸秆切碎至 5~8 厘米,均匀覆盖 8~10 厘米厚,可降低地表反射率 20%~25%,减少太阳直射蒸发 30%~40%,同时降地温 1~2℃缓解根系胁迫。秸秆分解每亩年增 0.8~1.2 吨有机质,促土壤团聚体形成,>0.25 毫米团聚体增 12%~15%,导水率降 10%~15%以减少径流。覆盖时需紧密接触地表,秋收后及时覆盖可减冬季风蚀,春季拦截 30%~40%降水。2024 年五常稻田应用显示,水稻根系活力增 18%,干早期蒸发降 32%,亩减水流失 40~50 立方米。

2.3 生物覆盖保墒技术

利用毛叶苕子、草木樨等绿肥活体覆盖构建立体保墒系统:覆盖度超 60%时,冠层拦截 20%~30%太阳辐射,减少地表蒸发 25%~30%,根系深入 20~30 厘米土层固水,分泌物促土壤胶结,根区持水能力增 15%~20%。绿肥腐解释放有机酸螯合无效养分,铁、锌等有效性提升 20%~30%,实现保墒培肥协同。2023 年松嫩平原试验显示,套种毛叶苕子稻田干早期含水量高 12%,氮肥利用率升 15%,CH₄ 排放降 10%~15%,兼具生态经济效益。

3 节水灌溉技术

3.1 滴灌精准补水技术

滴灌系统通过压力补偿式滴头实现“按需供水”,将水分精准输送至 0~40 厘米作物根区,较传统沟灌节水 60%~70%,水分利用率超 0.9。东北地区水稻滴灌常用 30 厘米间距滴头,搭配精度±5%的墒情传感器,耕层含水量低于田间持水量 60%时自动灌溉,单次亩灌 10~15 立方米。智能系统依天气预报动态管理,降雨前 48 小时暂停。2024 年大庆大同区实践表明,持续干旱 40 天,滴灌稻田含水量稳定,节水 55%,水稻产量与正常年份相当,稳产效果显著。

3.2 微喷灌调湿技术

微喷灌通过 0.1~0.3MPa 低压管网将水雾化 150~200 微米水滴,均匀度超 80%,兼具灌溉与调湿功能:水滴缓慢沉降减少 15%~20%漂移损失,增湿 10%~15%、降温 2~4℃,缓解高温干旱胁迫。微喷头按 6~8 米间距、25~30 厘米高度布置,避免伤叶。玉米拔节至灌浆期结合喷施 0.2%磷酸二氢钾,养分吸收效率提高 20%~

25%。2022 年呼兰区蔬菜大棚应用显示,微喷灌使番茄蒸腾降 20%、单果重增 12%、节水 35%,连栋大棚内湿度控 60%~70%,抑制气传病害。

3.3 渗灌地下补水技术

渗灌管埋设于地表下 40~50 厘米,利用毛细作用实现“隐形补水”,水分损失仅 5%~8%,且不影响机械耕作:黏土区采用 80 厘米间距,砂土区 60 厘米间距,管壁微孔(直径 50~100 微米)均匀分布,确保水分横向扩散半径达 30~40 厘米。渗灌可使根区土壤含水量维持在田间持水量的 70%~80%,避免地表灌溉导致的土壤板结,同时减少蒸发损失 60%~70%^[3]。2023 年绥化市北林区玉米地试验显示,渗灌处理的地块干早期土壤含水量较地表灌溉高 10%,玉米根系在 30~50 厘米土层分布密度增加 25%,千粒重提高 9%,且灌溉周期可延长 4~6 天,有效应对间歇性干旱缺水问题。

4 土壤改良与保水技术

4.1 土壤改良剂应用技术

膨润土与腐殖酸类改良剂通过物理化学作用提升土壤保水性能:膨润土吸水后体积膨胀 3~5 倍,可使土壤孔隙度增加 15%~20%,持水量提高 20%~25%,减少深层渗漏 15%~20%,尤其适合砂土改良,使砂粒间黏结力增强 20%~30%。腐殖酸通过官能团吸附水分,促进土壤形成稳定团聚体,使>0.25 毫米团聚体增加 15%~20%,同时螯合钙、镁离子,降低土壤盐渍化风险。2024 年齐齐哈尔市梅里斯区试验表明,改良剂处理的稻田在干旱 30 天后,土壤含水量较对照田高 13%,水稻分蘖数增加 8%,其保水效应在玉米、大豆等旱作作物上同样显著,可使播种期土壤墒情合格率提升 30%~40%。

4.2 深耕改土技术

秋季深耕 25~30 厘米打破犁底层(紧实度>1.5g/cm³),使土壤通气孔隙度增加 10%~12%,饱和导水率提高 25%~30%,雨季可多接纳 20%~25%的降水,减少径流冲刷。深耕后及时耙耱形成 5~8 厘米疏松表土层,可减少蒸发 15%~20%,同时促进根系下扎,玉米、水稻根系深度较浅耕增加 15~20 厘米,扩大水分吸收范围。黑龙江省农业技术推广站数据显示,连续三年深耕的地块,干早期土壤含水量较浅耕田高 18%,玉米单产提高 10%~15%,其增产机制与根系发育改善、水分利用效率提升直接相关,尤其对底层滞水型土壤改良效果显著。

4.3 保水剂应用技术

聚丙烯酰胺类保水剂通过分子网络吸附水分,形成

“微型水库”实现水分缓释：每亩施用 3—5 千克可吸收自身重量 400—500 倍水分，在土壤中形成水凝胶体，使灌溉间隔延长 3~5 天，相当于每亩储备 30—50 立方米应急水源^[4]。保水剂与底肥混施时需均匀撒布，避免局部浓度过高影响种子发芽，砂壤土施用量可增至 5—6 千克/亩。2023 年牡丹江市宁安区试验表明，保水剂处理的稻田在停水 15 天后，土壤含水量仍保持在 55%以上，水稻受旱症状（卷叶、萎蔫）推迟 7~10 天，减产幅度较对照田缩小 40%，其保水效应在苗期尤为关键，可提高秧苗成活率 15%~20%。

5 作物抗旱栽培技术

5.1 抗旱品种筛选与应用

针对东北地区积温、降水特征，筛选出“松粳 30”“龙粳 60”等抗旱品种，其生理特性包括：根系直径较常规品种粗 10%~15%，木质部导管密度增加 20%，水分运输效率提高 18%~20%；叶片角质层厚度增加 25%~30%，蒸腾速率降低 18%~20%，可减少水分散失 30%~40%。2024 年黑龙江省种子管理局推广数据显示，抗旱品种在干早期灌溉次数减少 2~3 次，单产较普通品种高 12%~15%，且灌浆期对 35℃ 以上高温耐受性增强，千粒重波动幅度缩小 50%。其推广应用使松嫩平原干旱脆弱区水稻稳产性提升 30%~40%，成为应对气候变化的核心生物措施。

5.2 合理密植优化群体结构

干早期通过调整种植密度改善群体微环境：水稻行距从 25 厘米扩大至 30 厘米，玉米株距从 25 厘米增至 30 厘米，使单株营养面积增加 20%~25%，减少根系竞争压力，单株根体积扩大 30%~40%，深层根系（>30 厘米）比例增加 15%~20%。优化密植还可降低群体蒸腾速率 10%~12%，使田间小气候湿度提高 5%~8%，叶片水势提升 10%~15%，有效缓解“群体干旱”效应。2022 年佳木斯市试验表明，密植调整后的稻田水分利用效率提高 15%，干早期叶片相对含水量增加 8%~10%，卷叶率下降 35%，其综合抗旱效应在多雨年份不减产，干旱年份显著增产，实现“以空间换水分”的栽培目标。

5.3 水肥协同抗旱管理

通过养分调控增强作物水分利用效率：增施磷肥（ P_2O_5 8—10 千克/亩）促进根系分生组织发育，使侧根

数量增加 20%~25%，根系总吸收面积扩大 15%~20%；钾肥（ K_2O 10—12 千克/亩）通过调节气孔开闭，使水稻叶片蒸腾速率降低 15%~20%，同时提高细胞液浓度 10%~15%，增强渗透调节能力。氮肥控制在常规用量 80%，避免茎叶徒长导致的水分无效消耗，使营养生长与生殖生长协调，减少奢侈蒸腾 30%~40%。2023 年黑龙江省农科院双城试验显示，抗旱配方施肥使玉米根系体积增加 20%，叶片相对含水量提高 10%，干旱胁迫下产量损失减少 40%，其效应与水分利用效率提升、抗氧化酶活性增强直接相关，构建了“以肥调水”的抗旱机制^[5]。

6 结论与展望

干早期水田保墒灌溉应急技术通过覆盖抑蒸、精准灌溉、土壤改良和品种调控的协同作用，形成多维度抗旱体系。东北地区实践表明，综合应用各项技术可使水田水分利用效率提升 35%~45%，作物减产风险降低 60% 以上。未来需针对东北气候特点，加强智能化墒情监测设备研发与生物可降解覆盖材料应用，同时建立区域性抗旱技术推广网络，通过田间学校、示范基地等形式提升农民应急处置能力，为保障国家粮食主产区生产安全提供更强有力的技术支撑。

参考文献

- [1] 崔慧茹. 农艺节水技术在农艺发展中的应用[J]. 花卉, 2018, (08): 286.
- [2] 王连敏, 王立志, 李忠杰. 寒地水稻粒粒形成基础的研究 I 剪叶与剪穗对水稻小穗结实的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2000, (02): 1-3.
- [3] 谭圣林, 张清涛, 邱国玉, 等. 渗灌技术助力水资源节约[J]. 高科技与产业化, 2014, (05): 66-69.
- [4] 吴芳. 抗旱保水剂应用技术[J]. 山西农业, 2004, (10): 28.
- [5] 佟光霁, 邢策, 焦晋鹏. 新常态下粮食主产区粮食生产安全的保障措施研究[J]. 学习与探索, 2017, (09): 131-136.

作者简介：徐丽敏，出生年月：1978-03，性别：女，民族：汉，籍贯：辽宁省阜新市彰武县哈尔套镇富村西富屯，学历：本科，职称：（现目前的职称）工程师，研究方向：水利水电工程和水土保持与荒漠化防治。