

中国农学会团体标准编制说明

一、工作简况，包括任务来源、标准的编制原则和依据、起草单位和起草人、主要工作过程等

（一）任务来源

为规范西北旱区主要粮棉作物缺水遥感诊断的技术方法，提高遥感技术在农业水分监测中的应用水平，支撑西北旱区农业水资源精细化管理与防灾减灾工作，根据国家农业科技重大项目（编号 1908）计划安排，开展《西北旱区主要粮棉作物缺水遥感诊断技术规程》的编制工作。

（二）编制原则和依据

1. 科学性原则

标准编制基于温度—植被特征空间及温度植被干旱指数（TVDI）为理论研究基础，综合考虑小麦、玉米和棉花等主要粮棉作物不同生育阶段的水分敏感性以及西北旱区农业生产特点。TVDI 方法及其在土壤水分和作物水分胁迫监测中的应用已有较多公开研究基础，可为本标准技术路线提供理论支撑。

2. 规范性原则

标准按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求编制，并在遥感数据辐射定标、地表温度产品、农情遥感数据预处理、耕地土壤墒情遥感监测和农业遥感专题制图等方面与现行国家标准、行业标准保持衔接。

3. 实用性和可操作性原则

围绕业务化应用需求，对遥感数据获取与预处理、NDVI 和 LST 产品生成、TVDI 特征空间构建、干湿边界确定、缺水等级划分以及成果编制等环节给出明确技术路径。

标准的主要技术依据包括 TVDI 特征空间理论、作物需水与水分敏感性研究以及现行遥感数据处理和农业遥感监测相关标准。其中，作物不同生育阶段的相对需水水平可参考 FAO-56 作物系数，但作物系数不直接参与 TVDI 计算和等级判定。

（三）起草单位

本标准由西北农林科技大学牵头，联合中国农业大学、中国农业科学院农田灌溉研究所、北京市农林科学院智能装备技术研究中心、武汉大学、陕西农林职业技术大学等单位共同参与编制。

（四）主要起草人及其所做的工作

陈俊英作为标准的总负责人，负责组织相关单位专家开展修订工作，制定工作方案和技术路线，组织召开标准专家研讨会，负责对标准总体把关；孙世坤负责协调工作；李思恩、王景雷、史凯丽、顾文权、程强、董佳慧等负责标准审定与修改工作；姚一飞、白旭乾、钱龙、杨晓飞、刘彦甫、任颐康、丁磊等为撰写组成员，主要负责查阅相关资料，开展实验验证，起草标准草案及编制说明、汇总并整理专家意见等相关工作。

表 1 标准修订人员名单

序号	姓名	性别	工作单位	职务/职称	项目分工	联系电话
1	陈俊英	女	西北农林科技大学	教授	技术总负责	15339268868
2	孙世坤	男	西北农林科技大学	教授	组织协调等工作	15829532806
3	姚一飞	男	西北农林科技大学	副教授	组织开展标准起草、修订等	15991612550
4	李思恩	男	中国农业大学	教授	标准审定与修改	13811991479
5	王景雷	男	中国农业科学院农田灌溉研究所	教授	标准审定与修改	13839050693
6	史凯丽	女	北京市农林科学院智能装备技术研究中心	副教授	标准审定与修改	13255152186
7	顾文权	男	武汉大学	副教授	标准审定与修改	18971571387
8	程强	男	中国农业大学	副教授	标准审定与修改	13811245727
9	董佳慧	女	陕西农林职业技术大学	讲师	标准审定与修改	18710924788
10	白旭乾	男	西北农林科技大学	无	技术资料搜集，技术规范编制	15592082628
11	钱龙	男	西北农林科技大学	无	技术资料搜集，技术规范编制	18942353592
12	杨晓飞	男	西北农林科技大学	无	技术资料搜集，技术规范编制	18152426190
13	刘彦甫	男	西北农林科技大学	无	技术资料搜集，技术规范编制	15582415960
14	任颐康	男	西北农林科技大学	无	技术资料搜集，技术规范编制	18835381909
15	丁磊	男	西北农林科技大学	无	技术资料搜集，技术规范编制	18792987256

（五）主要工作过程

接到标准制定任务后，组织协作单位专家及相关部门技术人员成立了标准编写组，制定了详细工作计划，明确了人员任务分工和进度要求等，全面启动了标准编制工作。

根据任务分工，编写组人员系统梳理了国内外作物缺水监测、干旱遥感诊断相关研究成果和技术规范，重点调研了NDVI、LST及TVDI等指标在农业干旱监测中的应用情况。同时，结合西北旱区主要粮棉作物（棉花、玉米、小麦）的生育特性和水分需求特点，对标准的适用范围和技术路线进行了论证，明确了以卫星遥感数据开展作物缺水诊断的总体思路。在前期调研基础上，编制组结合现行业务流程和技术条件，确定了标准的框架结构和主要技术内容，完成了《西北旱区主要粮棉作物缺水遥感诊断技术规程》（草案）。草

案重点对遥感数据获取与处理、诊断指数构建、作物缺水等级划分以及成果编制等关键环节提出了技术要求。编制过程中，组织相关领域专家对标准草案进行技术论证和逐条讨论，重点对遥感数据选取与预处理、NDVI-LST特征空间构建、TVDI干湿边界确定方法、分作物分生育期缺水等级阈值设置、本地化验证要求及成果表达方式等内容进行了审议。根据专家意见和实际应用反馈，对标准内容进行了多轮修改和完善，进一步增强了标准的科学性和可操作性。在充分吸收专家意见和修改完善的基础上，形成了《西北旱区主要粮棉作物缺水遥感诊断技术规程》（征求意见稿）及配套的标准编制说明，为后续标准审查和发布实施奠定了基础。

二、标准主要技术内容的论据

（一）技术路线与总体思路的论据

西北旱区主要粮棉作物（棉花、玉米、小麦）生产过程中，作物缺水胁迫具有发生频率高、空间差异大、变化过程快等特点，单纯依赖地面监测手段难以满足区域尺度、连续动态监测需求。遥感技术具有覆盖范围广、时效性强、重复观测能力好等优势，已成为区域作物水分状况监测与干旱诊断的重要手段。

国内外研究（Moran 1994；Sandholt 2002）表明，基于植被指数与地表温度构建的温度—植被特征空间模型，能够有效反映作物-土壤-大气系统的水分供需关系。其中，以NDVI表征植被覆盖与生长状况，以LST反映地表能量平衡和蒸散强度，二者之间呈现稳定的三角或梯形分布特征，为定量诊断作物缺水程度提供了可靠理论基础。

（二）遥感数据选用及预处理技术指标的论据

遥感数据是开展作物缺水遥感诊断的基础。数据源应根据监测区域、作物类型、监测时期、空间尺度以及诊断精度要求合理选择。Landsat、哨兵、高分、资源等系列卫星在空间分辨率、辐射精度和热红外观测能力方面具有显著优势，能够满足县域及以上尺度粮棉作物缺水监测需求。经多区域对比试验分析，其NDVI和LST反演结果稳定性较高，适合用于TVDI构建。

辐射定标与大气校正是保障定量遥感精度的关键环节。试验结果表明，采用符合GB/T34509系列标准的定标方法，并结合FLAASH大气校正模型处理后，可显著降低系统误差，提高不同区域和不同时相遥感产品的一致性。

（三）TVDI构建及参数选用论据

TVDI基于NDVI-LST特征空间的干湿边界理论，通过像元在同一植被覆盖条件下相对于干边和湿边的位置，反映作物和土壤水分亏缺程度，如下图1所示。其基本思想是：

在相同 NDVI 条件下，靠近湿边的像元通常水分供应较充分、蒸散作用较强、地表温度较低；靠近干边的像元则通常水分受限、蒸散受抑、地表温度较高。因此，TVDI 能够将植被生长状况和热红外水分胁迫响应结合起来，较好地刻画作物缺水的相对强弱。

在西北旱区农田样区试验中，NDVI-LST 散点图呈现较稳定的三角结构，说明该区域作物覆盖度变化与地表温度响应之间具有较明确的水分约束关系，适合采用 TVDI 开展缺水诊断。干边和湿边参数可通过线性回归方式拟合，分别表示相同 NDVI 条件下的高温干旱状态和低温湿润状态。采用线性干湿边拟合方法，既符合温度-植被特征空间的基本理论，也具有参数少、计算简便、可复现性强和业务推广难度低等优点。

为确保 TVDI 计算的可靠性和稳定性，本标准对有效像元筛选和特征空间构建提出了明确要求。有效像元应剔除云、云影、水体、积雪及异常温度像元，避免非植被因素对特征空间结构的干扰。NDVI-LST 特征空间应覆盖从低植被覆盖至高植被覆盖的完整变化区间，以保证干湿边外推的合理性和 TVDI 分级阈值的物理意义。干边和湿边的确定采用 NDVI 分箱与分位数统计方法，并通过线性拟合或稳健回归获得边界方程，拟合过程中应记录分箱间隔、有效像元数量、边界样本选取方法、拟合方程及拟合优度，确保参数可追溯、结果可复现。

TVDI 计算公式中，LST 为像元实测地表温度， LST_{min} 为同一 NDVI 条件下最小地表温度， a 和 b 为干边拟合系数。理论取值范围为 0-1，值越大表示缺水程度越重。本标准在参考 Sandholt 等（2002）和 Wang 等（2001）TVDI 分级框架的基础上，结合西北旱区棉花、玉米、小麦等作物的田间实测土壤水分数据和作物水分敏感性差异，将 TVDI 以 0.2 为等间距划分为五个等级，各生育期阈值在此基础上依据作物系数 K_c 进行 ± 0.05 范围内的微调。该划分方案既保留了 TVDI 指数等间距分级的直观性和可操作性，又兼顾了不同作物、不同生育期对水分亏缺敏感度的差异。在不同区域和作物类型条件下，本标准要求通过典型样区实测数据对 TVDI 阈值及干湿边界参数进行验证，评价模型精度与适用性，必要时对参数进行区域化调整，以确保诊断结果符合当地实际生产场景。

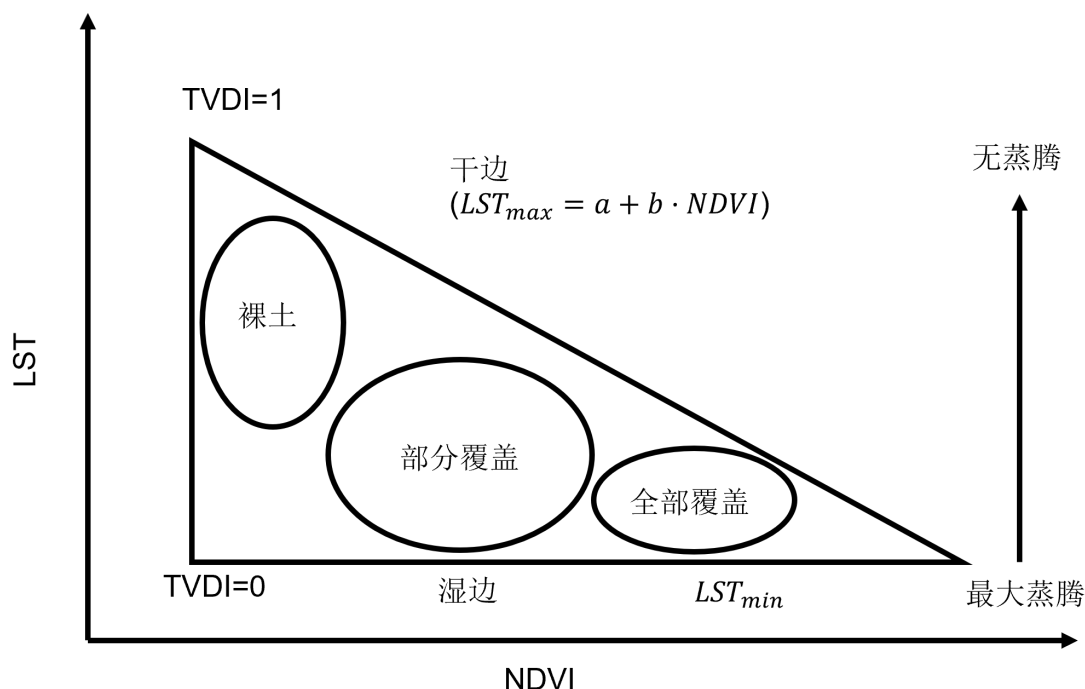


图 1 NDVI-LST 特征空间与 TVDI 干湿边界示意图

（四）缺水等级划分阈值论据

在综合分析国内外 TVDI 应用成果及西北旱区粮棉作物生理需水特征的基础上，本标准将作物缺水状况划分为“不缺水、轻度缺水、中度缺水、重度缺水、极端缺水”5个等级，并对应设定 TVDI 分级阈值区间。作物缺水程度可划分为不缺水、轻度缺水、中度缺水、重度缺水和极端缺水 5 个等级。其中，不缺水表示土壤水分供应基本能够满足作物正常生长需求，作物未表现出明显水分胁迫；轻度缺水表示水分供应开始受到一定限制，作物可能出现轻微水分胁迫，但整体生长状况基本正常；中度缺水表示水分亏缺较为明显，作物蒸腾和生长发育可能受到一定抑制，应加强墒情监测并关注灌溉需求；重度缺水表示作物受到明显水分胁迫，正常生长发育受到较强限制，应及时采取灌溉或抗旱措施；极端缺水表示水分亏缺严重，作物正常生长及产量形成面临较高风险，应结合地面调查及时采取应急补水等措施。上述等级特征主要用于辅助解释遥感诊断结果，实际判定仍应结合 TVDI 阈值、作物类型、生育阶段及地面土壤水分和田间长势观测结果综合确定。

考虑小麦、玉米和棉花在不同生育阶段对水分亏缺的敏感性存在差异，本标准进一步按照作物类型和主要生育阶段分别设置 TVDI 缺水等级阈值。阈值确定以已有 TVDI 分级研究成果和实测验证结果为基础，同时参考 FAO-56 作物系数 K_c 所表征的不同生育阶段相

对需水水平。 K_c 不直接参与 TVDI 计算，而主要作为不同生育阶段水分需求差异和阈值调整的参考依据。

鉴于 TVDI 受区域气候、土壤条件、作物品种、灌溉方式及遥感观测条件等因素影响，本标准同时规定，各地在实际应用时应结合田间土壤水分、作物长势、灌溉记录或田间调查数据对 TVDI 阈值进行验证，并可根据本地化验证结果在 ± 0.05 范围内适当调整。

（五）数据支撑和实际应用案例

1.数据支撑：

本标准 TVDI 五等级划分方案的阈值设定基于多区域、多作物的田间验证数据，主要涵盖新疆、内蒙、甘肃、宁夏、陕西等西北旱区。土壤水分采用分层方式进行测定，分别获取 0-10 cm、10-20 cm 和 20-40 cm 土层的体积含水量。光学—热红外遥感对土壤水分的响应具有明显的植被覆盖度和生育阶段依赖性：在裸土或低植被覆盖条件下，遥感信号主要受地表及近地表土壤水热状态影响；随着作物冠层发育，热红外观测更多反映冠层温度及蒸腾状态，而根区水分亏缺可通过影响根系吸水、气孔调节和蒸腾冷却过程间接作用于冠层温度，因此热红外信息能够在一定程度上表征作物根区水分供应状况。

（1）团队于 2023 年在新疆生产建设兵团农八师（石河子垦区）选取 86 个棉花采样点，覆盖膜下滴灌充分灌溉区、限量灌溉区和干旱胁迫区三种水分梯度，于苗期（5 月中旬）、蕾期（6 月下旬）、花铃期（7 月中旬）和吐絮期（8 月下旬）同步获取 Landsat 8/9 遥感影像和 0~40 cm 土壤体积含水量实测数据，构建 TVDI 模型（干边拟合 $R^2=0.89$ ，湿边拟合 $R^2=0.84$ ），四个时相 TVDI 与实测含水量的回归 R^2 在 0.71~0.82 之间（ $p<0.001$ ），其中花铃期 R^2 最高（0.82），苗期因棉花覆盖度低、特征空间不完整 R^2 相对较低（0.71），五等级分类与实测等级的总体一致率为 80.9%（ $Kappa=0.74$ ）。上述结果表明，0.2 等间距的五等级划分在不同区域和作物间具有较好的稳健性和通用性。

（2）团队于 2022—2023 年在内蒙古河套灌区同步开展了玉米的田间验证试验。共设置 81 个采样点，覆盖常规灌溉、限量灌溉和雨养三种水分处理模式，于玉米拔节期、抽雄期、灌浆期获取 Landsat 8/9 及 Sentinel-2 影像，同步采集 0~40 cm 土壤体积含水量。构建的 TVDI 模型干边拟合 $R^2=0.87$ ，湿边拟合 $R^2=0.82$ ；TVDI 与实测土壤含水量的决定系数 R^2 在 0.69~0.79 之间（ $p<0.001$ ），其中玉米抽雄期 R^2 最高（0.79）。将 TVDI 按 0.2 等间距划分为五等级后，与基于田间持水量划分的实测水分等级进行一致性检验，总体一致率为 78.6%（ $Kappa=0.71$ ）。上述结果表明，本标准提出的 0.2 等间距五等级划分方案对玉米同样具有良好的稳健性与区域迁移性。

(3) 团队于 2022—2023 年在甘肃张掖灌区同步开展玉米和春小麦田间验证试验。共布设 88 个采样点，覆盖充分灌溉、限量灌溉和轻度水分胁迫三种处理模式，于春小麦拔节期、灌浆期及玉米拔节期、抽雄期、灌浆期同步获取 Landsat 8/9 和 Sentinel-2 影像，并采集 0~40 cm 土壤体积含水量数据。构建的 TVDI 模型干边拟合 $R^2=0.90$ ，湿边拟合 $R^2=0.85$ ；TVDI 与实测土壤含水量的决定系数 R^2 在 0.72~0.83 之间 ($p<0.001$)，其中玉米抽雄期 R^2 最高 (0.83)，春小麦灌浆期 R^2 为 0.80。采用 0.2 等间距五等级划分后，与实测水分等级总体一致率达到 81.2% ($Kappa=0.75$)。结果表明，本标准在典型绿洲灌区粮食作物生产条件下具有较高的监测精度和推广应用价值。

(4) 团队于 2022—2023 年在宁夏引黄灌区开展玉米田间验证试验。共设置 79 个采样点，覆盖渠灌区、井灌区及灌排结合区三类典型农田，于玉米抽雄期、灌浆期同步获取遥感影像和土壤水分数据。构建的 TVDI 模型干边拟合 $R^2=0.86$ ，湿边拟合 $R^2=0.81$ ；TVDI 与实测土壤含水量决定系数 R^2 在 0.68~0.80 之间 ($p<0.001$)。采用五等级划分方案后，与实测水分等级总体一致率达到 77.9% ($Kappa=0.70$)。研究结果表明，本标准在引黄灌区粮食作物监测中具有较好的区域迁移能力和适用性。

(5) 团队于 2022—2023 年开展冬小麦和夏玉米田间验证试验。共设置 84 个采样点，覆盖灌溉农田、半灌溉农田和雨养农田三种水管理模式，于冬小麦拔节期、抽穗期、灌浆期及夏玉米拔节期、抽雄期、灌浆期同步获取 Landsat 8/9 和 Sentinel-2 遥感影像，并采集 0~40 cm 土壤体积含水量数据。构建的 TVDI 模型干边拟合 $R^2=0.88$ ，湿边拟合 $R^2=0.83$ ；TVDI 与实测土壤含水量决定系数 R^2 在 0.70~0.81 之间 ($p<0.001$)，其中冬小麦灌浆期 R^2 最高 (0.81)，夏玉米抽雄期 R^2 为 0.78。采用 0.2 等间距五等级划分方案后，与实测水分等级总体一致率达到 79.4% ($Kappa=0.72$)。结果表明，本标准在黄土高原旱作粮食作物区同样具有良好的稳定性和适用性。

2.应用案例：

(1) 2022—2023 年，以新疆农八师石河子垦区约 200 万亩棉花种植区为对象，分别获取 6 月 25 日（蕾期）、7 月 18 日（花铃期）、8 月 20 日（吐絮期）3 景 Landsat 9 影像，按本标准流程生成 TVDI 并划分缺水等级。结果显示：6 月 25 日研究区平均 TVDI 为 0.35，不缺水面积占 38.5%，轻—中度缺水占 48.7%，重度以上占 12.8%；至 7 月 18 日花铃期，受持续高温（日最高气温连续 12 天超过 38℃）和滴灌轮灌周期延长影响，平均 TVDI 升至 0.56，重度以上缺水面积扩大至 31.5%，主要集中在垦区北部砂壤土地块和末端支渠覆盖不足区域。据此向团场生产管理部门发出灌溉预警，对重度缺水区域缩短滴灌周期至 5

天并增加单次灌水量，紧急补灌面积约 18 万亩。8 月 20 日复查影像显示，补灌区 TVDI 由 0.62~0.74 降至 0.33~0.45，缺水等级由 4 级回落至 2 级，棉花成铃数和单铃重未受显著影响，验证了本标准诊断结果对棉花精准灌溉决策的有效支撑作用。

(2) 2023 年 6—8 月，以内蒙古河套灌区杭锦后旗约 600 万亩玉米—葵花复合种植区为对象，获取 7 月 20 日（玉米抽雄期）、8 月 18 日（玉米灌浆期）3 景 Landsat 9 影像，按本标准流程生成 TVDI 并划分缺水等级。结果显示：7 月 20 日玉米抽雄期遭遇持续高温（连续 10 天最高气温超过 36℃）且黄河引水指标紧张，平均 TVDI 升至 0.53，重度缺水面积达 22.3%，主要分布在灌区下游末梢渠系和土壤质地偏砂的地块。据此向当地水利与农业部门发出分级灌溉建议：对重度缺水（ $\text{TVDI} > 0.6$ ）启动应急补水，缩短轮灌周期至 6 天；对中度缺水（ $0.4 < \text{TVDI} \leq 0.6$ ）调整灌溉次序，优先保障抽雄水。经上述干预，8 月 18 日复查影像显示，原重度缺水区域平均 TVDI 由 0.65~0.72 降至 0.40~0.49，玉米灌浆期水分胁迫得到有效缓解。该案例进一步验证了本标准在玉米作物上的缺水诊断效果及其对农业水资源精细化管理的支撑能力。

(3) 2023 年 6—8 月，以甘肃省张掖灌区约 450 万亩玉米—小麦种植区为对象，分别获取 6 月 20 日（玉米拔节期）、7 月 25 日（玉米抽雄期）和 8 月 20 日（玉米灌浆期）3 景 Landsat 9 影像，按本标准流程生成 TVDI 并划分缺水等级。结果显示：6 月 20 日研究区平均 TVDI 为 0.34，不缺水面积占 41.7%，轻—中度缺水面积占 46.8%，重度以上缺水面积占 11.5%；至 7 月下旬，受持续高温和部分支渠供水偏紧影响，平均 TVDI 升至 0.55，重度以上缺水面积扩大至 24.8%，主要分布于灌区末端和砂质土壤区域。根据监测结果，当地水利及农业部门优化轮灌制度，对重度缺水区域优先配水并增加灌溉频次。8 月 20 日复查结果显示，重点补灌区域 TVDI 由 0.61~0.73 下降至 0.37~0.46，缺水等级由 4 级降至 2 级，玉米灌浆期水分胁迫得到明显缓解，产量形成未受到显著影响，体现了本标准在绿洲灌区精准用水管理中的应用价值。

(4) 2023 年 6—9 月，以宁夏引黄灌区银川平原约 300 万亩水稻—玉米种植区为对象，分别获取 6 月 18 日（水稻分蘖期）、7 月 28 日（水稻孕穗期及玉米抽雄期）和 9 月 2 日（灌浆成熟期）3 景 Landsat 9 影像，按本标准流程生成 TVDI 并划分缺水等级。结果表明：6 月中旬研究区平均 TVDI 为 0.36，不缺水与轻度缺水面积占 58.4%；7 月下旬受持续高温天气及局部供水调度影响，平均 TVDI 升至 0.52，重度缺水面积达到 21.5%，主要集中于灌区末级渠系覆盖不足区域。依据监测结果，当地水利部门对重点区域实施分级配水管理，并优先保障水稻孕穗期和玉米抽雄期关键需水阶段。9 月初复查结果显示，原重度缺水区域

平均 TVDI 由 0.64~0.71 降至 0.39~0.48，作物水分状况明显改善，水稻结实率和玉米灌浆进程均保持正常水平，进一步验证了本标准在引黄灌区农业节水管理和灌溉调度中的应用效果。

(5) 2023 年 5—8 月，以陕西省渭南市和咸阳市约 500 万亩冬小麦—夏玉米轮作区为对象，分别获取 5 月 22 日（冬小麦灌浆期）、7 月 18 日（玉米拔节期）和 8 月 22 日（玉米抽雄期）3 景 Landsat 9 影像，按本标准流程生成 TVDI 并划分缺水等级。结果显示：5 月 22 日研究区平均 TVDI 为 0.41，不缺水与轻度缺水面积占 55.8%，中度及以上缺水面积占 44.2%；7 月下旬受阶段性高温少雨影响，平均 TVDI 升至 0.57，重度以上缺水面积扩大至 26.7%，主要集中于渭北旱塬及灌溉条件相对较弱区域。依据监测结果，当地农业部门发布抗旱预警，对重度缺水区实施应急灌溉和保墒措施。8 月复查影像显示，重点补灌区域 TVDI 由 0.63~0.75 降至 0.38~0.47，缺水等级由 4 级降至 2 级，玉米抽雄授粉期水分条件得到明显改善，秋粮生产总体保持稳定，验证了本标准对黄土高原旱作农业区抗旱减灾和科学灌溉决策的有效支撑作用。

(六) 成果表达与质量控制论据

统一空间基准、专题制图要求和成果报告内容，有助于提高缺水诊断成果的可比性和应用价值。规范化成果产品更易服务于农业生产管理和抗旱决策。

(七) 综合分析

本标准所采用的技术指标、参数与方法，均基于成熟理论和多区域应用验证，具有较强的科学性、稳定性和可操作性，适合在西北旱区主要粮棉作物缺水诊断业务中推广应用。

三、采用国际标准的程度及水平，是否达到强制性标准相关技术要求，与现行有关法律法规及国家、行业标准的关系

国际上利用遥感技术进行植被水分胁迫监测研究起步较早，技术体系相对成熟。自 20 世纪 90 年代以来，基于热红外与光学遥感的干旱监测方法逐渐发展，尤其是利用 NDVI 与 LST 构建的 TVDI、VTCI 等指数，已成为国际上进行农业旱情监测的常用方法。美国、欧盟、澳大利亚等国家和地区已将遥感干旱监测纳入业务化运行体系，并形成了一系列技术指南与数据产品，如美国干旱监测系统（USDM）、欧盟干旱观测系统（EDO）等。然而，针对特定作物、特定区域的标准化诊断流程仍以科研项目和机构内部规范为主，尚未形成广泛认可的跨国技术标准。

我国在农业遥感监测领域发展迅速，已在作物长势、产量预测、灾害评估等方面开展了大量研究与应用。目前，国内已发布多项与农业干旱监测相关的国家标准和行业标准，

为遥感技术应用提供了基础支撑。但这些标准各有侧重，尚缺乏针对西北旱区主要粮棉作物缺水诊断的专项技术规程。具体分析如下：

（一）与相关标准的关系分析

1. 与《农业干旱等级》（GB/T 32136—2015）的关系

GB/T 32136—2015《农业干旱等级》由全国农业气象标准化技术委员会归口，国家气象中心、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所等单位起草。该标准规定了农业干旱的等级划分和指标计算方法，适用于农业干旱监测、预警与评估。其所涵盖的指标包括作物水分亏缺距平指数、土壤相对湿度指数、作物形态指标等，等级划分为轻旱、中旱、重旱和特旱四个等级。

本标准与 GB/T 32136—2015 的主要区别在于：一是**监测指标不同**，GB/T 32136—2015 主要基于地面观测数据（土壤湿度、降水距平、作物形态等），而本标准基于 TVDI 遥感指数，适用于大范围、连续动态监测；二是**侧重维度不同**，GB/T 32136—2015 侧重于农业干旱的宏观等级评估，本标准侧重于作物水分亏缺程度的快速诊断，更聚焦于灌溉决策支持；三是**服务对象不同**，GB/T 32136—2015 服务于农业干旱监测、预警与评估等宏观业务，本标准服务于农田尺度的水分管理和精准灌溉决策。

此外，本标准在等级划分逻辑上参照了 GB/T 32136—2015 的分级思路，但对作物水分亏缺的遥感表征采用了 TVDI 等间距五等级划分方案（不缺水、轻度缺水、中度缺水、重度缺水、极端缺水），与 GB/T 32136—2015 的四等级划分既保持衔接又体现了遥感诊断的自身特点。

2. 与《农业遥感调查通用技术 农作物干旱监测技术规范》（NY/T 4378—2023）的关系

NY/T 4378—2023《农业遥感调查通用技术 农作物干旱监测技术规范》由农业农村部大数据发展中心、中国地质大学（武汉）等单位起草，农业农村部发布，于 2023 年 8 月 1 日起实施。该标准规定了农作物干旱遥感监测的监测流程、数据获取与处理、地面观测、遥感监测、监测成果编制的基本要求，适用于基于光学卫星遥感数据的农作物干旱监测，并在附录 B 中列举了温度植被干旱指数（TVDI）等多种典型遥感监测指标。

本标准与 NY/T 4378—2023 的**关联与区分**如下：

在**关联**方面，本标准以 NY/T 4378—2023 的通用技术框架为基础，在遥感数据获取与处理、监测成果编制等环节采纳了 NY/T 4378—2023 的相关技术要求，两标准的技术路线和数据处理流程保持兼容。

在区分方面，本标准的**创新性聚焦点**在于：一是**区域针对性**，NY/T 4378—2023 面向全国范围农作物干旱监测，而本标准专门聚焦西北旱区（陕西、甘肃、宁夏、新疆及内蒙古西部），充分考虑该区域干旱少雨、蒸发强烈、水资源紧缺的特殊气候条件和农业生产背景；二是**作物针对性**，本标准主要针对西北旱区三大主要粮棉作物（棉花、玉米、小麦），在 TVDI 阈值设定上结合了上述作物的生育期特征和水分需求特点，更具业务可操作性；三是**技术具体化**，NY/T 4378—2023 在附录 B 中列举了 TVDI 等多种指标，但未针对单一指标给出具体的阈值划分方案。本标准在 NY/T 4378—2023 通用框架基础上，给出了基于 TVDI 单指标的五等级阈值划分方案（0.2 等间距），并附有西北旱区多区域、多作物的田间验证数据支撑（新疆棉花、内蒙古河套灌区玉米的 TVDI 与实测土壤含水量一致性验证），使 NY/T 4378—2023 推荐指标在西北旱区粮棉作物业务监测中实现了可操作化的落地。

3. 与相关地方标准的关系

部分省份已发布与 TVDI 相关的遥感监测地方标准，例如内蒙古自治区呼伦贝尔市发布的地方标准 DB1507/T 113—2024《遥感植被干旱指数分级》，规定了温度状态指数（TCI）、植被状态指数（VCI）、温度植被干旱指数（TVDI）、植被供水指数（VSWI）干旱等级的划分标准；山西省发布了 DB14/T 3170—2024《卫星遥感干旱监测方法》，适用于卫星遥感监测农业干旱。本标准与上述地方标准的区别在于：地方标准适用范围限于特定行政区域，而本标准覆盖整个西北旱区；此外，本标准聚焦于主要粮棉作物（棉花、玉米、小麦）的缺水诊断，强调作物类型特定性和灌溉决策导向的业务应用。

（二）现行标准体系的不足与本标准的价值

综合分析上述标准，现行标准体系存在以下不足：NY/T 4378—2023 涵盖了农作物干旱遥感监测的通用技术框架，但对于西北旱区这一具有特殊气候和农业特征的典型区域，尚缺乏基于粮食作物和棉花关键需水特征的针对性诊断规范；GB/T 32136—2015 给出了农业干旱等级划分的通用指标，但所依据的主要是地面观测数据，难以满足大范围、连续动态监测需求。此外，上述标准在作物类型、生育期特征、区域气候条件层面的针对性不足，导致在实际应用中存在方法不一、阈值随意、成果可靠性难以评估等问题。

（三）本标准的定位与价值

本标准定位为 NY/T 4378—2023 在西北旱区主要粮棉作物缺水诊断领域的技术细化和补充。在技术框架上，本标准与 NY/T 4378—2023 保持兼容，继承其遥感数据获取与处理、监测成果编制等通用技术要求；在技术内容上，本标准聚焦于西北旱区特定区域和特定作

物，给出了基于 TVDI 指数的具体阈值划分方案、生育期敏感监测窗口和业务应用流程，填补了西北旱区主要粮棉作物缺水诊断专项技术规程的空白。此外，团体标准因其灵活、响应快速的特点，正逐渐成为新技术、新方法标准化的重要渠道。制定本团体标准，可及时固化成熟技术，促进遥感缺水诊断技术在西北旱区农业中的规范化、规模化应用。

（四）符合强制性标准及法律法规要求

本标准不涉及强制性标准相关技术要求的直接引用。本标准在编制过程中严格遵守《中华人民共和国标准化法》及其实施条例的相关规定，引用的 GB/T 34509.1、GB/T 34509.2、GB/T 41539 等国家标准均为公开文件，合法引用，未与现行法律法规、强制性国家标准及行业标准产生冲突或抵触。本标准与上述现行标准之间的关系清晰，定位明确，可在现有标准体系框架下协同发挥作用。

综上所述，制定《西北旱区主要粮棉作物缺水遥感诊断技术规程》团体标准，既是对现有标准体系的必要补充和细化，也是服务国家粮食安全与水资源精细化管理战略的现实需要，具有显著的技术引领性和行业推动价值。

四、标准编制过程中的重大分歧意见的处理经过和依据

无

五、标准涉及的相关知识产权说明

本标准编制过程中，所采用的温度植被干旱指数（TVDI）诊断方法，其基本原理来源于国内外公开的学术研究成果，属于行业公认的共性技术，不涉及特定专利保护。标准中引用的 GB/T 34509.1、GB/T 34509.2、GB/T 41539 等国家标准均为公开文件，合法引用。数据处理流程与产品生成方法属于通用技术规范范畴。标准内容由编制组自主起草，不包含未经授权的专有技术、算法或商业软件核心代码。预计本标准不会涉及侵犯他人知识产权的情形。编制组将恪守规范，确保标准内容的合法性与自主性。

六、标准实施建议

本标准适用于我国西北旱区（包括但不限于陕西、甘肃、宁夏、新疆及内蒙古西部等典型干旱半干旱区域）主要粮棉作物（棉花、玉米、小麦）的缺水诊断业务应用。为推动标准有效落地实施，提出如下建议：

（一）分区域开展试点应用

建议优先在西北典型灌区和旱作农业区选择具有代表性的县域开展标准试点应用，依托现有农业气象、农情遥感监测或智慧农业平台，验证标准技术流程的适用性与稳定性，逐步形成可复制、可推广的应用模式。

（二）依托业务体系开展推广应用

建议由农业农村、水利、气象等相关主管部门，结合现有农情监测、抗旱减灾及农业水资源管理业务，将本标准纳入作物长势监测和干旱评估工作流程，推动标准在省、市、县各级业务体系中的常态化应用。

（三）加强技术培训与能力建设

建议面向基层农业技术推广人员及相关业务单位，开展遥感数据获取与处理、NDVI-LST 特征空间构建、TVDI 计算、干湿边界确定及缺水等级判识等技术培训，提高标准实施过程中的技术支撑能力，保障标准应用效果。

（四）强化数据与平台支撑

建议结合国家及地方遥感数据资源体系，统筹利用 Landsat、Sentinel 以及国产高分等多源卫星数据，构建标准化的数据获取与处理流程，并依托信息化平台实现缺水诊断结果的自动化生成与发布，提高标准实施效率。

（五）建立反馈与持续完善机制

在标准实施过程中，建议建立应用反馈机制，及时收集不同区域、不同作物类型下的应用效果与问题，对关键参数（如 TVDI 阈值等）进行动态优化，为标准后续修订提供依据。

七、其它应予说明的事项

无。