

团 体 标 准

T/NJ 1545—2025

作物叶部病害检测 光谱成像法数据采集规范

Crop leaf disease detection—Specification for
data acquisition of spectral imaging method

(公示稿)

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

中国农业机械学会 发布

前 言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国农业机械学会提出。

本文件由全国农业机械标准化技术委员会（SAC/TC 201）归口。

本文件起草单位：中国农业大学、中国农业科学院植物保护研究所、南京农业大学、北京市农林科学院信息技术研究中心、山东农业大学、内蒙古农业大学、宁夏大学。

本文件主要起草人：孙红、安露露、刘杨、刘国辉、郭长乐、张漫、杨玮、李民赞、闫晓静、赵若梅、周栋、杨浩、姜红花、宗哲英、高德华。

引 言

随着全球气温不断升高，作物病害高发，严重影响作物产量，给国家粮食安全带来了挑战。虽然非破坏性感知技术在作物叶部病害识别方面展现较大潜力，并取得了多项技术成果，但叶部病害识别的精度、准确性和效率依然受制于病原体-环境-寄主之间交互的影响，且适用于叶部病害检测的智能化产品少，检测技术水平参差不齐，制约了作物叶部病害检测技术的推广应用。本文件针对作物叶部病害检测光谱成像法的数据采集、处理与存储等方面提出了要求，以规范系统的建设，促进各平台互联互通，避免产生信息孤岛现象，提高叶部病害检测质量和水平，也为现有叶部病害检测系统的升级提供指导依据。

作物叶部病害检测 光谱成像法数据采集规范

1 范围

本文件规定了玉米和小麦叶部病害数据采集的术语和定义、缩略语、数据采集系统、数据通信要求、数据管理要求。

本文件适用于小麦条锈病、小麦白粉病、小麦赤霉病、玉米锈病、玉米小斑病、玉米赤霉病等常见作物的叶部病害检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 19582.1 基于Modbus协议的工业自动化网络规范 第1部分：Modbus应用协议

GB/T 19582.3 基于Modbus协议的工业自动化网络规范 第3部分：Modbus协议在TCP/IP上的实现指南

GB/T 20540.2 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型3：PROFIBUS规范 第2部分：物理层规范和服务定义

GB/T 20540.3 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型3：PROFIBUS规范 第3部分：数据链路层服务定义

GB/T 29910（所有部分） 工业通信网络 现场总线规范 类型20：HART规范

GB/T 36346 信息技术 面向设施农业应用的传感器网络技术要求

GB/T 36625.3 智慧城市 数据融合 第3部分：数据采集规范

GB/T 37025 信息安全技术 物联网数据传输安全技术要求

GB/T 37722 信息技术 大数据存储与处理系统功能要求

GB/T 33565 网络安全技术 无线局域网接入系统安全技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

物联网 internet of things

通过感知设备，按约定协议，连接物、人、系统和信息资源，实现对物理和虚拟世界的信息进行处理并做出反应的智能服务系统。

3.2

标识符 identifier

用于全球范围内唯一、无歧义性地标识硬件接口身份的一组连续数字、字符、符号或者其他任何形式数据。

3.3

数据处理 data processing

数据操作的系统执行。

3.4

数据管理 data management

在数据处理系统中，提供对数据的访问，执行或监视数据的存储以及控制输入输出操作等功能。

3.5

光谱成像 spectral imaging

光谱成像是一种结合光谱分析技术和成像技术的作物感知方法。它利用物质对不同电磁波谱的吸收或辐射特性，在普通的二维空间成像的基础上，增加了一维的光谱信息。成像光谱可以同时获取影像信息与像元的光谱信息，根据光谱分辨率不同包含了多光谱成像、高光谱成像。

3.6

代表性田块 representative field

玉米和小麦种植区域内，能代表当地不同品种、播种、施肥水平等的类型田块

3.7

标准白板 standard whiteboard

光谱测试中作为参照标准的光学性能稳定的反射板，其反射特性近似为朗伯反射体。

3.8

边缘效应 edge effect

在两个或两个以上不同性质的生态系统交互作用处，由于某些生态因子（物质、能量、信息、时机或地域）或系统属性的差异和协同作用而引起系统某些组分及行为的较大变化。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AUC: 曲线下面积 (Area Under Curve)

HART: 高速寻址远程变送协议 (Highway Addressable Remote Transducer)

IP: 互联网协议 (Internet Protocol)

PROFIBUS: 过程现场总线 (Process Field Bus)

ROC: 接受者操作特性曲线 (Receiver Operating Characteristic Curve)

RS: 推荐标准接口 (Recommended Standard)

TCP: 传输控制协议 (Transmission Control Protocol)

USB: 通用串行总线 (Universal Serial Bus)

WLAN: 无线局域网 (Wireless Local Area Network)

5 数据采集系统

5.1 采集设备

5.1.1 一般要求

数据采集设备应具备耐用性、防水防尘性、高精度和高灵敏度、低功耗特征，采用无线与有线两种连接方式。采集设备应满足工业级标准，包含环境适应性、数据传输和安全性、应用平台功能安全、资质和认证。

5.1.2 反射光谱采集设备

反射光谱采集设备应满足下列要求：

- 光谱采集范围包括但不限于可见光和近红外光；
- 光谱通道数目不少于四通道；
- 数据输出接口包括但不限于USB3.0、RS232、以太网。

5.1.3 气象信息采集设备

气象信息采集设备，应至少包括太阳辐射度传感器、空气温度传感器、空气湿度传感器、风速传感器、降水量监测仪、风向传感器、光照强度传感器等。

5.1.4 土壤信息采集设备

土壤信息采集设备，应至少包括土壤温度传感器、土壤湿度传感器等。

5.2 采集要求

5.2.1 采集系统要求

作物叶部病害检测的数据采集系统应符合下列要求：

- a) 光谱成像设备的光谱分辨率不低于20 nm，采集作物叶片病害图像分辨率不小于512*512像素；
- b) 基于数据内容不同，能将数据分为环境感知数据、传感器数据采集频率、光谱数据等。数据收集汇总后，能对数据进行规范，便于病害的识别；
- c) 载具定位数据中的时间戳作为唯一时间戳以确认数据感知时间；
- d) 传感器采集网络布设符合GB/T 36346的规定；
- e) 多源异构数据的标识符编码按GB/T 36625.3的规定；数据存储功能设计按GB/T 37722规定的大数据存储系统功能；数据传输的安全性设计按GB/T 37025的规定。

5.2.2 数据采集要求

5.2.2.1 采集时期与次数

作物叶部病害数据采样时期为作物拔节期开始采集至灌浆期结束，期间采集至少3次，时间间隔至少3 d。

5.2.2.2 采集方法

选择代表性田块，每小区对角线5点采样，每点采集0.25 m²植株。

5.2.2.3 采集条件

数据采集时应避免大风、降雨、冰雹等恶劣天气。

5.2.2.4 避免边缘效应

取样时应避免在田边进行，一般应离开田边1 m~2 m，以减少边缘效应对调查结果的影响。

5.2.2.5 标准白板测量

- 采用可见光-近红外波段时，应使用标准白板进行测量标定，具体要求如下：
- a) 将标准白板放置于光谱设备正下方，并确保与被测量作物表面中轴线的高度一致；
 - b) 对标准白板的光谱进行测量，结果应满足仪器技术参数要求；
 - c) 每更换一次代表性田块，应同时测量一次标准白板；
 - d) 便携式光谱仪标准白板测量参照执行。

5.2.2.6 采集对象和采集要求

病害图像数据采集频率应根据当地病害发生期进行确定并适时调整，为实现后续智能识别的需要应累积基础数据量，作物叶部5种主要病害图像数据采集要求见表1。

表 1 作物叶部 5 种病害图像数据采集要求

病害种类	病害发病监测期 (基于当地病害发生期确定并适时调整)	采集位置及数据量说明
小麦条锈病	发病初期至灌浆期开展采集	叶片（以基本覆盖植株周身典型叶片区域为目标，采集单独叶片或多组叶片及植株冠层叶片图像。根据农田规模以及植株生长期，采集数据量应达百张/次~千张/次）；叶柄（叶柄关键位置2张~3张图像）；穗部（针对一颗果实直采集2张~3张图像，覆盖果实全部侧面）；预计亩/每次采集图像数据量可达1000张~2000张图像数据（包括正常生长数据和发病数据）。
小麦白粉病	发病初期至灌浆期开展采集	
小麦赤霉病	发病初期至乳熟期开展采集	
玉米锈病	发病初期至乳熟期开展采集	
玉米小斑病	发病初期至乳熟期开展采集	
玉米赤霉病	发病初期至乳熟期开展采集	

5.3 采集格式

作物环境信息的数据格式应符合表2的要求，光谱成像数据格式应符合表3的要求。

表 2 作物环境信息的数据格式要求

关键采集参数	参数描述	单位	推荐采集来源	数据类型
风向	以正北方向为0°，顺时针方向为正方向	(°)	风向传感器	float
风速	空气相对于地球某一固定地点的运动速率	m/s	风速传感器	float
土壤温度	土壤中的热量。	°C	土壤温湿度传感器	float
土壤湿度	土壤中的水分含量，通常用相对湿度表示。	%	土壤温湿度传感器	float
空气温度	空气中的热量	°C	空气温湿度传感器	float
空气湿度	空气中的水分含量，通常用相对湿度表示。	%	空气温湿度传感器	float
光照	单位面积上所接受可见光的光通量	lux	光照强度传感器	float
降水量	空气中水汽凝结下降及地之水量	mm	降水量传感器	float
图像通道数	图像的通道数量	—	—	uint8
帧率	摄像机每秒最多采集的图像张数	fps	—	uint8

表 3 光谱成像数据格式要求

关键采集参数	参数描述	单位	推荐采集来源	数据类型
摄像头分辨率	每个摄像头的分辨率大小: [宽、高]	pixel	—	uint16
图像序列	图像的序列数	—	—	uint8
图像数据	8位无符号整型的三维数组表示; 第一维表示通道, 0、1、2分别表示r、g、b; 第二维表示像素点所在宽度位置; 第三维表示像素点所在高度位置; 数组内每个数值取值范围0~255	—	相机	uint8
注: “—”表示该项不适用				

5.4 数据处理

为保证采集光谱成像数据质量, 并提高后续病害识别的准确性, 数据的处理可选用但不限于下列处理过程: 数据预处理、图像与光谱特征提取、敏感变量筛选、病害识别分类与病害严重度回归模型建立。

5.5 数据处理评价参数

对病害识别分类模型进行评估优化可选用但不限于以下的评价参数: 准确率、精确率、召回率、混淆矩阵、ROC曲线与AUC值。此外, 对病害严重度回归模型进行评估优化可选用但不限于以下评价参数: 校正均方根误差、校正标准偏差、预测均方根误差、预测标准偏差、剩余预测偏差、决定系数、残差分析等统计参数。

6 数据通信要求

6.1 基本要求

依据农田物联网接入网关、物联网终端以及传感器等数据通信需求, 农田环境和病害识别数据采集传感器选用无线或有线通信接口, 实现支撑信息的智能处理、开放的业务环境和实际应用。

6.2 有线通信接口

6.2.1 农田环境及病害识别数据采集物联网的智能传感器采用光纤接口, 采用但不限于RS232、RS485物理接口。

6.2.2 采用TCP/IP方式的智能传感器, 其协议规范应符合GB/T 19582.1和GB/T 19582.3的规定。

6.2.3 支持PROFIBUS的智能传感器的物理接口, 采用但不限于RS485、光纤接口, 其技术规范应符合GB/T 20540.2的规定。输出信号应满足PROFIBUS总线协议, 其技术规范应符合GB/T 20540.3的规定。

6.2.4 基于有线网络的支持HART协议的智能传感器应配备对应的物理接口, 采用RS232、RS485等接口, 应符合GB/T 29910(所有部分)的规定。

6.3 无线通信接口

6.3.1 蓝牙

支持蓝牙接口的传感器, 其技术规范应符合蓝牙核心规范4.0或其后续版本的规定。

6.3.2 无线局域网

支持WLAN接口的传感器, 其技术规范应符合GB/T 33565的规定。

7 数据管理要求

7.1 数据属性

7.1.1 数据可用性

确保已授权实体通信链接成功，访问和使用数据及资源，并确保数据准确、可用。对数据应有容错、后备和恢复能力。

7.1.2 数据可靠性

数据存储应增加备份处理；数据采集过程应按GB/T 36625.3的规定进行数据质量控制。

7.1.3 数据完整性

支持信息完整性检校，确保数据在传输和存储过程中不被改动或破坏，实现数据完整性保护。对于重要数据，当检测到完整性遭到破坏时，应采取措施恢复或重新获取数据。

7.1.4 数据时效性

数据中包含时间标识，系统应能对历史数据或超出时限的数据进行识别，当数据时间差在可接受的误差范围内时，应建立容错机制保障系统正常运行，保证数据时效性。

7.1.5 数据可控性

数据应具备可控性，通过授权功能，根据主体（发送方）和客体（接收方）的安全属性值提供明确授权的访问通信能力和拒绝访问的能力。相关安全策略和机制应通过数据传输安全策略、传输层安全机制、网络测试校验等途径确保数据可控性。

7.2 数据管理平台

数据管理平台应具备工作稳定、人机交互方便等属性，包括但不限于智能手机、平板电脑、个人计算机等。