

团 体 标 准

T/CAGDRS XX—2026

牲畜放牧航空遥感数据库建设规范

Specification for grazing livestock aerial remote sensing
database construction

征求意见稿

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施



中国农业绿色发展研究会 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 数据内容及要求 2

5 数据库构建与维护 4

6 牲畜目标标注规范 5

7 畜牧专题信息提取与服务 6

附 录 A （资料性） 牲畜目标标注信息表..... 9

附 录 B （资料性） 辅助数据内容规范表..... 11

附 录 C （资料性） 元数据内容规范表..... 13

参 考 文 献 15

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。

本文件由中国科学院空天信息创新研究院提出。

本文件由中国农业绿色发展研究会归口。

本文件起草单位：中国科学院空天信息创新研究院、中国地理科学与资源研究所、内蒙古自治区农牧业科学院、呼伦贝尔农垦集团有限公司、呼伦贝尔农垦数智科技有限责任公司。

本文件主要起草人：马灵玲、汪琪、腾格尔、王宁、牛沂芳、孟磊、王东亮、王保林、姜英君、弭宪柱、吕婷婷、李晓辉、郭祥金、于磊、张琳。

牲畜放牧航空遥感数据库建设规范

1 范围

本文件规定了航空遥感牲畜影像数据库建设的数据内容及要求、数据库构建与维护、牲畜目标标注规范、畜牧专题信息提取与服务等内容及要求。

本文件适用于牛、羊、马等主要放牧家畜的航空遥感监测数据库建设与管理，适用于畜牧业管理、生态监测、灾害评估等相关领域，其他畜禽或特种经济动物的相关数据库建设可参照执行。

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 17798 地理空间数据交换格式
- GB/T 19710.2 地理信息 元数据 第2部分：影像和格网数据扩展
- GB/T 33453 基础地理信息数据库建设规范
- GB/T 35642 1:25 000 1:50 000光学遥感测绘卫星影像产品
- GB/T 42755 人工智能 面向机器学习的数据标注规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

牲畜 livestock

本标准中指具有放牧习性、可通过航空遥感技术进行监测的主要家畜，包括牛、羊、马等，其具体种类应参照国家权威发布的畜禽遗传资源目录。

3.2

航空遥感牲畜影像 livestock aerial remote sensing imagery

通过航空平台搭载光学传感器获取的，用于牲畜识别、数量统计、健康监测、行为分析及牧场管理的遥感影像数据。

3.3

牲畜目标标注 livestock target annotation

通过数字化标记方法识别和记录航空遥感影像中牲畜的空间位置、种类、行为状态等特征信息的过程，包括边界框标注、多边形标注和属性标注等方式。

3.4

元数据 metadata

关于数据的内容、质量、状况和其他特性的描述性数据。

[来源：GB/T 17798—2007，3.33]

3.5

空间分辨率 spatial resolution

影像能分辨的地面实际尺寸的最小差异，决定能否识别个体牲畜或群体特征。

[来源：GB/T 19710.2—2016，4.27，有修改]

4 数据内容及要求

4.1 总体要求

数据时间与空间参考应符合GB/T 33453的规定，数据质量应满足本章规定的的数据质量要求，数据交换时应符合GB/T 17798的规定，并确保牲畜空间分布等敏感信息的安全。

4.2 数据组成

4.2.1 影像数据

影像数据包括原始影像数据和预处理影像数据。原始影像数据为未经处理的航空遥感原始影像，包含全色、多光谱或高光谱等不同波段数据。预处理影像数据是原始影像数据经过辐射校正、几何校正、正射纠正、影像融合处理后的影像数据。各类数据的技术要求和主要用途见表1。

表1 航空遥感牲畜影像类型与技术要求表

类型代码	影像类型	空间分辨率要求	波段要求	主要用途
PAN	全色影像	≤0.1 m	全色波段（450 nm~800 nm）	高精度识别定位
RGB	真彩色影像	≤0.15 m	包含蓝（450 nm~520 nm）、绿（520 nm~600 nm）、红（630 nm~690 nm）波段	牲畜类型识别
VID	视频数据	≤0.15 m	包含蓝、绿、红波段（同 RGB），帧率不宜低于 12 fps	行为分析、动态监测、轨迹追踪
MS	多光谱影像	≤0.2 m	至少包含蓝、绿、红、近红外（760 nm~900 nm）波段，宜包含红边波段	草畜关联分析
HS	高光谱影像	≤0.3 m	具备连续光谱曲线，光谱分辨率≤20 nm，光谱范围至少包含 400 nm~900 nm	精细物种区分、生理生化参数反演
TIR	热红外影像	≤0.5 m	热红外波段（8 μm~14 μm）	体温监测、夜间监测

4.2.2 牲畜目标标注数据

4.2.2.1 牲畜目标标注数据包括矢量标注数据、栅格标注数据、属性标注表。

4.2.2.2 牲畜目标标注过程中宜采用两位数字代码体系对牛、羊、马等主要牲畜种类与站立、进食、奔跑等典型牲畜行为进行标准化分类编码。具体标注属性表及编码规则见附录A。

4.2.3 辅助数据

辅助数据是用于支撑影像解译、时空分析与专题应用的背景与环境数据。具体类型与内容规范见附录B。

4.2.4 元数据

元数据包括数据标识与统计信息元数据、影像采集元数据、数据处理元数据、标注过程元数据。具体类型与内容规范参见附录C。

4.3 数据分级

牲畜放牧航空遥感数据库的数据按重要性与应用紧迫性，分为核心数据与扩展数据。

4.3.1 核心数据

核心数据是数据库必须包含的基础性、关键性数据，用于支撑牲畜数量统计、空间分布等基本应用。建库时应优先保障核心数据的完整性、规范性与质量。核心数据包括：

- a) 影像数据：满足本章质量要求的真彩色（RGB）或多光谱（MS）影像数据；
- b) 牲畜目标标注数据：至少包含空间位置、基础种类以及描述影像采集时间、空间范围、传感器参数和整体数据质量的基本元数据。

4.3.2 扩展数据

扩展数据是为满足精细化、专业化应用需求的增强数据。建库时可根据具体项目目标、技术能力和成本预算选择性地采集与入库。扩展数据包括：

- a) 多源影像数据：全色（PAN）、热红外（TIR）、高光谱（HS）、视频（VID）等多源影像数据；
- b) 增强标注数据：如细分品种、牲畜行为、牲畜表型、辅助数据等增强信息。

4.4 数据组织方式

4.4.1 一般要求

数据组织应兼顾应用场景与访问效率，可采用以下一种或多种方式。

4.4.2 按空间位置组织

4.4.2.1 标准分幅：采用国家基本比例尺地形图（如1:10 000）的分幅与编号规则。

4.4.2.2 按管理单元：以牧场或养殖场的实际管理边界为单元进行组织。

4.4.3 按时间序列组织

采用“年-月-日”的目录层级结构，适用于时序分析与动态监测。

4.4.4 按数据主题组织

4.4.4.1 按影像类型组织：按影像类型建立如“全色影像”、“多光谱影像”、“热红外影像”子库。

4.4.4.2 按产品级别组织：按原始数据至专题产品的不同级别建立子库。

4.4.4.3 按牲畜种类组织：根据需要建立种类专属子库。

4.5 数据更新要求

按不同频次放牧牲畜区域进行数据更新，推荐高频区每周1次，中频区每月1次，低频区每季1次。

4.6 数据交换格式

影像数据交换格式宜选用GeoTIFF、JPEG2000、HDF5格式，矢量数据交换格式宜选用Shapefile、GeoPackage、GeoJSON格式，元数据交换格式宜选用XML、JSON格式。

5 数据库构建与维护

5.1 数据库设计

5.1.1 核心数据模型

数据库应围绕以下核心实体及其关系进行设计：

- a) 影像数据实体：存储航拍影像的基本信息、空间参考及与其他数据的关联；
- b) 牲畜标注实体：记录影像中牲畜个体的空间位置、物种、行为等特征（具体内容见附录 A），并与影像实体建立强关联；
- c) 辅助数据实体：存储与管理用于支撑综合分析的数据，如数字高程模型（DEM）、牧场边界、气象信息等（具体内容见附录 B）；
- d) 元数据实体：集中或分布式存储与管理第 4 章规定的各类元数据（具体内容见附录 C）；

5.1.2 关键设计准则

5.1.2.1 时空基准统一：应采用国家大地坐标系（CGCS2000）作为空间基准，国际标准时间（UTC）作为时间基准。

5.1.2.2 分级存储：应根据数据的访问频率，制定在线、近线、离线的分级存储策略。

5.1.2.3 性能与扩展：应针对主要的时空范围查询、物种属性过滤等典型应用场景建立有效的空间索引与属性索引。数据库架构应具备可扩展性。

5.2 数据入库流程

5.2.1 入库前质量控制

入库前数据的质量检验要求应符合GB/T 35642的规定。

5.2.2 批量入库与事务管理

应支持批量数据入库操作，并具备事务管理能力，入库过程应生成详细的日志报告。

5.2.3 入库后验证

数据入库后，应进行抽样验证，包括：

- a) 一致性验证：核对入库数据与源数据在记录条数和关键属性上的一致性；

b) 性能验证：测试典型空间查询和组合查询的响应时间，确认索引建立有效。

5.3 数据更新与维护

5.3.1 增量更新

应建立增量更新机制，通过时间戳、版本号等方式识别新数据，并保留重要历史版本。

5.3.2 系统维护

应制定定期维护计划，包括重建索引、更新统计信息、优化存储与归档历史数据等，以维持数据库高性能运行。

5.3.3 异常处理

应建立如格式错误、空间参考不一致等数据异常的识别、隔离、报告与重处理机制。

6 牲畜目标标注规范

6.1 总体要求

标注过程应遵循客观、准确、一致的原则，确保标注数据可用于牲畜的精准识别、计数与行为分析。标注过程应符合GB/T 42755的规定。可采用人机协同的智能标注方式提升效率。

6.2 AI 辅助标注要求

当采用AI模型进行预标注或辅助标注时，应满足以下要求：

- a) 模型性能要求：所使用的 AI 模型在代表性测试集上的平均精度（mAP）不应低于 0.85，个体计数准确率不应低于 95%；
- b) 可信度要求：AI 标注结果应提供每个目标的可信度评分，并记录所使用模型的版本、训练数据集等关键元数据；
- c) 人工审核与修正要求：所有 AI 标注结果必须经过人工审核，对低可信度识别结果、漏标及错标情况进行修正。

6.3 个体与群体标注界定

6.3.1 个体标注

满足以下所有条件时，必须进行个体标注。

- a) 轮廓可辨：该牲畜的头部、背部、四肢等主体轮廓的 50%以上在影像中清晰可见。
- b) 空间可分：与相邻牲畜的投影无重叠或重叠面积小于其自身投影面积的 20%。

6.3.2 群体标注

出现以下任一情况时，应标注为群体对象。

- a) 严重重叠：个体间投影重叠面积超过任何单个个体预估面积的 20%，且无法可靠区分。
- b) 密集遮挡：仅能观察到大量无法与特定个体对应的局部特征。
- c) 不可区分：因牲畜种类、毛色统一或分辨率所限无法可靠区分相邻个体。

6.4 标注属性要求

6.4.1 个体标注属性

应包含空间位置信息、物种编码、行为编码（若可识别）及可信度评分。

6.4.2 群体标注属性

除空间边界外，必须包含：

- a) 对象类型标识为“群体”；
- b) 基于可见部分（如头部数量）的合理估计数量；
- c) 群体主要物种编码。

6.5 标注数据质量要求

6.5.1 定位精度

6.5.1.1 个体标注：矢量边界框与目标牲畜可见轮廓的吻合度（IoU）应 ≥ 0.7 。

6.5.1.2 群体标注：矢量边界应完整覆盖目标群体，且不应包含过多无关背景。

6.5.2 属性准确率

标注记录中，物种编码与行为编码的赋值准确率均应 $\geq 95\%$ 。

6.5.3 数量完整性

6.5.3.1 个体标注：漏标率应 $\leq 2\%$ 。

6.5.3.2 群体标注：估算的牲畜总数与实际数量的误差应 $\leq 15\%$ 。

6.6 置信度记录

若采用AI辅助标注，应为每个标注对象输出置信度。置信度低于0.6的标注结果应予以剔除或进行人工复核。

6.7 标注一致性

同一项目的标注工作应通过交叉检验等方式保证不同标注人员间的一致性。

6.8 技术优化建议

为减轻遮挡影响，宜采用多角度拍摄或视频数据，通过多帧信息融合提升识别准确率。

7 畜牧专题信息提取与服务

7.1 总体要求

数据库系统应具备从核心数据中提取关键畜牧业务信息的能力，并将分析结果通过标准化的服务接口进行发布，支撑精准畜牧管理与决策。

7.2 专题信息提取内容与流程

7.2.1 牲畜数量统计

7.2.1.1 统计单元：系统应支持按自定义的空间范围（如牧场边界、行政村落、自定义多边形）和时间范围（如日、周、月、年）进行统计。

7.2.1.2 统计方法：应能对指定范围内的所有个体标注进行自动计数，对于群体标注，应能将其 `estimated_count`（估计数量）字段值纳入统计，并在结果中予以说明。

7.2.1.3 输出要求：应能生成结构化的牲畜数量统计报表，内容至少包括统计单元、统计时间、牲畜种类、数量以及数据来源。

7.2.2 空间分布与密度分析

7.2.2.1 分布图生成：应能基于所有牲畜标注的空间位置，生成牲畜空间分布图，可自定义网格的空间精度。

7.2.2.2 密度分析：采用核密度分析等方法，将离散的牲畜点位数据转换为连续的密度栅格表面，直观展示牲畜在不同区域的聚集程度。

7.2.2.3 热点分析：采用Getis-Ord G_i^* 等空间统计方法，识别出在统计上显著的高值聚集区（热点）和低值聚集区（冷点），并生成热点分布图。

7.2.3 行为特征分析

7.2.3.1 基于附录 A 中定义的基础行为标注数据，应能统计不同行为在不同时间段、不同空间单元的发生频率与时长占比，分析特定行为的时空分布模式，以及针对异常行为的识别与预警。

7.2.3.2 分析结果可应用于评估牲畜的活动规律、福利状况、以及潜在的环境应激反应等方面。

7.2.4 轨迹分析

若数据源为时序连续的影像或视频，系统可支持对特定牲畜或群体的移动轨迹进行提取、可视化与分析，用于研究迁徙路径、活动范围及移动模式。

7.3 专题产品生成

7.3.1 专题图

系统应支持将7.2中产生的分析结果与基础地理底图、牧场边界、道路、水系等辅助数据叠加，自动或半自动生成标准化的专题图。专题图类型包括但不限于：

- a) 牲畜数量分布专题图：以行政区划或牧场管理单元为基本制图单元，通过色彩深浅或符号大小直观展示不同区域内牲畜的存栏量或密度；
- b) 放牧强度与热点专题图：基于空间热点分析结果，标识牲畜显著聚集的热点区，并与草地信息图进行叠加对比；
- c) 草畜平衡评估专题图：将牲畜空间分布与草地产草量、承载力等数据融合，通过划分草畜平衡、超载、盈余等不同等级区域进行可视化表达；
- d) 牲畜行为活动专题图：通过符号或颜色展示特定行为在不同时间段和地理位置上的分布与变化。

7.3.2 分析报告

系统应支持基于模板，自动生成动态分析报告。报告内容应整合关键统计数字、图表、专题图以及简要的文字分析结论。

7.4 接口规范

7.4.1 服务接口要求

7.2与7.3中规定的专题信息、专题图及分析报告，应能通过标准化的数据服务和地图服务接口对外提供，供其他畜牧监管平台或应用系统调用与集成。

7.4.2 外部接口

外部接口应支持：

- a) 畜牧监管平台对接：疫情上报接口、养殖档案同步等；
- b) 地理信息平台：WMS/WMTS 地图服务、空间分析服务等。

7.4.3 移动端支持

移动端应支持：

- a) 响应式 Web 设计；
- b) 专用 APP 功能：野外数据采集、实时预警推送等。

附 录 A
(资料性)
牲畜目标标注信息表

A.1 牲畜标注表

牲畜标注表见表A.1。

表 A.1 牲畜标注表

字段名	类型	说明
annotation_id	字符串	标注唯一标识符，采用 UUID
image_id	字符串	关联影像标识符
object_type	枚举(个体/群体)	用于标识该标注记录是针对单个牲畜还是一个牲畜群体
estimated_count	整形	当 object_type 为“群体”时的牲畜估计数量
species_code	字符串	物种编码
behavior_code	字符串	行为编码
confidence	浮点型	AI 识别置信度

A.2 牲畜种类编码表

牲畜种类编码表见表A.2。

表 A.2 牲畜种类编码表

代码	牲畜种类	学名	典型特征	适用空间分辨率要求
01	黄牛	Bos taurus	体型较大，毛色以黄色为主，角型多样	≤0.2 m
02	水牛	Bubalus bubalis	体型粗壮，皮厚毛稀，喜水	≤0.3 m
03	奶牛	Bos taurus	黑白花斑明显，乳房发达	≤0.15 m
04	牦牛	Bos grunniens	全身被毛浓密，适应高寒环境	≤0.25 m
05	绵羊	Ovis aries	被毛厚密呈卷曲状，无角或有小角	≤0.1 m
06	山羊	Capra aegagrus	被毛直而短，多数有角，行动敏捷	≤0.1 m

表 A.2 牲畜种类编码表（续）

代码	牲畜种类	学名	典型特征	适用空间分辨率要求
07	马	Equus caballus	体型修长，颈部明显，多单独活动	≤0.2 m
08	驴	Equus asinus	体型较马小，耳长，背部直线型	≤0.15 m
09	骡	Equus mulus	马驴杂交种，兼具马驴特征	≤0.2 m
00	未确定	-	-	-

A.3 牲畜行为特征编码表

牲畜行为特征编码表见表A.3。

表 A.3 牲畜行为特征编码表

代码	行为类型	英文术语	行为描述	监测意义
01	站立	Standing	四腿直立，头部自然姿态	基础行为状态监测
02	行走	Walking	四肢交替移动的正常步态	日常活动量评估
03	进食	Grazing	低头采食或从饲槽取食	营养摄入监测
04	躺卧	Lying	躯体接触地面的休息状态	反刍行为基础
05	奔跑	Running	快速移动的紧急行为	应激反应监测
00	未确定	-	-	-

附 录 B
(资料性)
辅助数据内容规范表

B.1 地形数据内容表

地形数据内容表见表B.1。

表 B.1 地形数据内容表

数据名称	类型	核心字段/内容	说明
数字高程模型 (DEM)	栅格	高程值	空间分辨率不宜低于主要影像数据，用于地形分析和正射校正
数字表面模型 (DSM)	栅格	高程值	包含地面物体高度，用于复杂地形的牲畜定位

B.2 牧场管理数据内容表

牧场管理数据内容表见表B.2。

表 B.2 牧场管理数据内容表

数据名称	类型	核心字段/内容	说明
牧场/养殖场边界	矢量 (面)	牧场标识码，牧场名称，面积，主要畜种	核心管理单元边界
基础设施数据	矢量 (点/线/面)	设施标识码，设施类型，空间位置	设施类型包括饮水点、饲喂槽、圈舍、围栏等
草地状况数据	矢量/栅格	草地类型，植被覆盖度，产草量估计，监测时间	用于草畜平衡分析
分区轮牧数据	矢量 (面)	轮牧分区标识码，利用状态，轮牧日期	用于精细化牧场管理

B.3 环境与生态数据内容表

环境与生态数据内容表见表B.3。

表 B.3 环境与生态数据内容表

数据名称	类型	核心字段/内容	说明
土地利用/覆盖数据	矢量/栅格	土地利用类型	类型包括草地、农田、林地、裸地、水体、建设用地等

数据名称	类型	核心字段/内容	说明

表 B.3 环境与生态数据内容表（续）

数据名称	类型	核心字段/内容	说明
气象环境数据	表格/栅格	站点标识/格网标识，观测时间，气温，降水量，风速，日照时数	应与监测区域和时段匹配
水源分布数据	矢量（面/线）	水源类型，空间位置，水质状况	水源类型包括河流、湖泊、水库、水井等

附 录 C
(资料性)
元数据内容规范表

C.1 数据标识与统计信息元数据表

数据标识与统计信息元数据表见表C.1。

表 C.1 数据标识与统计元数据表

字段名	类型	说明
dataset_name	字符串	数据集的名称
dataset_uuid	字符串	数据集唯一标识符，采用 UUID
data_source	字符串	数据提供或生产单位
geographic_extent	字符串	数据的地理范围坐标，建议使用标准 WKT (Well-Known Text) 格式描述边界多边形
total_image_count	整型	数据集包含的影像总数
total_annotation_count	整型	数据集包含的牲畜目标标注记录总数

C.2 影像采集元数据表

影像采集元数据表见表C.2。

表 C.2 影像采集元数据表

字段名	类型	说明
flight_id	字符串	航空作业的架次或任务编号
acquisition_time	日期时间(ISO 8601)	影像获取的起始和结束时间，精确到秒
sensor_type	枚举 (RGB/MS/TIR/HS/PAN)	传感器类型
sensor_model	字符串	所用传感器的具体型号
spatial_resolution	浮点型	影像的地面采样距离，单位：米
platform	字符串	飞行平台型号
geolocation	坐标串	影像覆盖的中心点或边界范围坐标
cloud_cover	浮点型 (0-1)	影像区域的云量估计

C.3 数据处理元数据表

数据处理元数据见表C.3。

表 C.3 数据处理元数据表

字段名	类型	说明
processing_software	字符串	用于辐射校正、几何校正等处理的软件及版本号，例如 PIX4Dmatic 2.0
processing_level	字符串	数据处理的产品级别，如 L1A（原始数据）、L2A（正射校正）
coordinate_system	字符串	数据所采用的空间坐标系名称，如 CGCS2000 / 3-degree Gauss-Kruger zone 39
radiometric_calibration_coef	浮点型数组	用于辐射校正的系数
dem_source	字符串	正射校正所使用的数字高程模型（DEM）的数据来源，如 AW3D30, NASADEM

C.4 标注过程元数据表

标注过程元数据表见表C.4。

表 C.4 标注过程元数据表

字段名	类型	说明
annotation_tool	字符串	用于牲畜目标标注的软件工具名称及版本号，如 LabelImg 1.8.0
source_image_id	字符串	被标注的原始或预处理影像的唯一标识符
annotator_id	字符串	执行标注操作的人员或团队标识
ai_model_version	字符串	当标注由 AI 模型预标注或辅助生成时，所用模型的版本号，如 YOLOv8-livestock-v1.2
annotation_time	日期时间（ISO 8601）	标注任务的完成时间。
group_annotation_ratio	浮点型（0-1）	本批次或本影像中，群体标注对象数量占总标注对象数量的比例

参 考 文 献

- [1] GB/T 17798 地理空间数据交换格式
 - [2] GB/T 33453 基础地理信息数据库建设规范
 - [3] GB/T 35643 光学遥感测绘卫星影像产品元数据
 - [4] GB/T 42755 人工智能 面向机器学习的数据标注规程
 - [5] CH/T 3022 光学遥感测绘卫星影像数据库建设规范
 - [6] NY/T 4376 农业农村遥感监测数据库规范
 - [7] DB44/T 2560 自然资源智能解译样本分类（米级、亚米级卫片）
 - [8] DB 63/T 1926 藏野驴、藏原羚和岩羊种群数量无人机遥感调查技术规范
-