

ICS 65.020.30

B 43

备案号：

DB23

黑 龙 江 省 地 方 标 准

DB23/T XXXX—2023

奶牛体型鉴定指标自动获取技术规程

（征求意见稿）

主要起草单位：东北农业大学

联系人：戴百生

联系电话：13936253144

联系信箱：bsdai@neau.edu.cn

2023 - XX - XX 发布

2023 - XX - XX 实施

黑龙江省市场监督管理局 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。

本文件由黑龙江省农业农村厅提出。

本文件起草单位：东北农业大学、哈尔滨钊途科技有限公司、黑龙江省奶业协会

本文件主要起草人：戴百生、沈维政、李晏兴、尹艳玲、严士超、魏晓莉、高萌、王艳、付强、张宇、杜海涛、刘慧环、阿晓辉、辛杭书、李洋、孙雨坤。

奶牛体型鉴定指标自动获取技术规程

1 范围

本标准规定了奶牛体型鉴定指标自动获取的术语和定义、奶牛体型鉴定指标自动获取系统配置要求、体型信息自动评定方法、奶牛体型鉴定数据处理、信息安全与运行维护等技术要求。

本规范适用于采用视觉传感器非接触式、自动化采集奶牛体型鉴定指标以服务和推广奶牛生产性能测定等。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 41864 信息技术 计算机视觉 术语
- GB/T 35568 中国荷斯坦牛体型鉴定技术规程
- GB/T 29298 数字（码）照相机通用规范
- GB/T 28170.2 信息技术 计算机图形和图像处理 可扩展三维组件（X3D） 第2部分：场景访问接口（SAI）
- GB/T 41516 机械加工工艺能效优化方法
- GB/T 41923.3 机械产品三维工艺设计 第3部分：模型构建
- GB/T 34980.1 智能终端软件平台技术要求 第1部分：操作系统
- GB/T 20008 信息安全技术 操作系统安全评估准则
- GB/T 41780.1 物联网 边缘计算 第1部分：通用要求
- GB/T 42564 信息安全技术 边缘计算安全技术要求
- GB/T 42018 信息技术 人工智能 平台计算资源规范
- GB/T 20271 信息安全技术 信息系统通用安全技术要求
- GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB 4943.1 音视频、信息技术和通信技术设备 第1部分：安全要求
- GB 17859 计算机信息系统 安全保护等级划分准则
- NY/T 34 奶牛养殖标准
- NY/T 2662 标准化养殖场
- JB/T 12973 立体照相机

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

体型鉴定 type classification

对奶牛体型进行数量化评定的方法。针对每个体型性状，按生物学特性的变异范围，定出性状的最大值和最小值，然后以线性的尺度进行评分。

3.2

线性分 linear score

用1~9的整数来表示奶牛体型性状生理表现从一个极端向另一个极端变化的程度。

3.3

功能分 functional score

将线性分转化为反映奶牛生理功能理想程度的分值。取值范围为50~100。

3.4

缺陷性状 defective trait

群体发生频率较低的体型外貌缺陷。不进行线性评分，只作扣分依据。

3.5

彩色图像 color image

一种采用多通道分量表示可见光波段光谱信息的图像。

3.6

多视图 multiple view

一组从不同方位拍摄的同一场景的图像。

3.7

图像分辨率 image resolution

图像单位尺寸中包含的像素点数，用于描述图像精细程度。

3.8

深度相机 depth camera

一种记录每个像素点在三维物理场景中对应点到相机镜头距离的相机。

3.9

图像补全 image inpainting

将图像中缺失的区域进行填充，使处理后的图像达到视觉上自然和语义上一致的效果。

3.10

点云配准 point cloud registration

通过匹配对应点将同一物体不同视角下获取的三维点云合并到同一坐标系下的过程。

3.11

体型鉴定系统 type classification system

集成并部署了奶牛深度图像采集、深度图像补全、点云配准、个体身份识别与自动体型鉴定模型的边缘计算设备，对采集的数据进行实时分析处理，满足奶牛体型鉴定中的低延时需求。

3.12

图像采集装置 image gathering installment

通常由铝型材作为主要框架，用于固定深度相机及数据线，可部署在牛舍活动区域内，框架具有一定的稳定性和抗干扰能力。

3.13

边缘计算 edge computing

将数据处理、存储放在物联网边缘侧的计算架构。

3.14

服务器 server

系统的重要组成部分，边缘计算数据上传并进行永久存储，同时完成统计分析任务。

4 奶牛体型鉴定指标自动获取系统配置要求**4.1 数据采集终端**

4.1.1 深度相机的类型和数量选择，应根据奶牛体型鉴定性状、奶牛活动区域范围、操作要求、自动控制水平、维护及投入成本等因素，参考【GB/T 35568、GB/T 29298、GB/T 28170.2、JB/T 12973】等相关标准要求确定。

4.1.2 深度相机应支持室外场景使用。

4.1.3 深度相机采集距离应在 0.3m~4m 范围内。

4.1.4 深度相机深度图像视场角应不小于 $50^{\circ} \times 50^{\circ}$ 。

4.1.5 深度图像的分辨率应不小于 640×480 。

4.1.6 深度相机采集原始视频数据应不低于 30fps。

4.2 图像采集架

4.2.1 图像采集架固定深度相机以及数据线，深度相机固定在采集架 a) 正上方，b、c) 左右两侧，d、e) 左右斜侧 45° 角，f) 左前 60° 角，g) 右前 60° 角，h) 左后 60° 角，i) 右后 60° 角共 9 处，安装位置见图 1，数据线环绕固定在采集架内部。

4.2.2 图像采集架长(L)>4m，宽(W)>1.5m，高(H)>2m。

4.2.3 图像采集架整体应具有较强的稳定性以及一定抗奶牛撞击的能力，加工过程参照【GB/T 41516、GB/T 41923.3】规定执行。

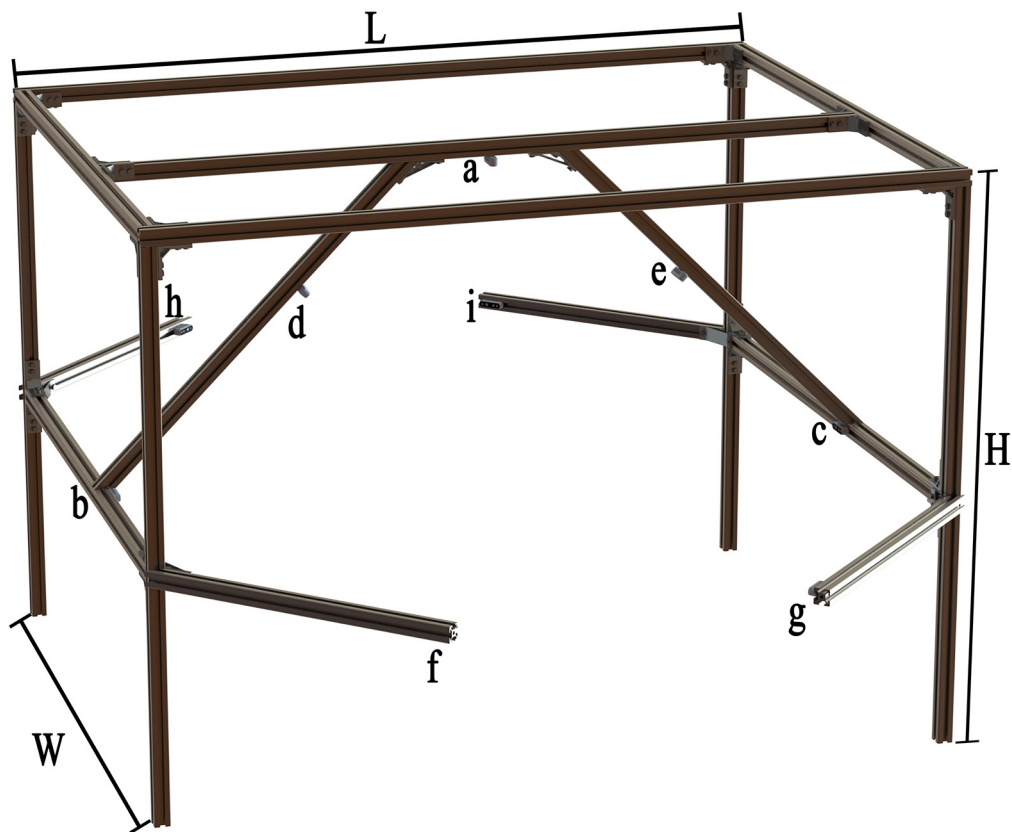


图1 图像采集架

4.3 体型鉴定系统功能

4.3.1 体型鉴定系统主要由体积小、性能高的边缘计算设备组成，拥有嵌入式 GPU 加速以及具备并行处理的功能，集成并部署了奶牛深度图像采集、深度图像补全、点云配准、关键点检测、个体身份识别与体型自动鉴定模型。

4.3.2 支持的开发平台包括 Linux，OSX，Windows 等，并参照【GB/T 34980.1、GB/T 20008】规定执行。

4.4 体型鉴定系统安装要求

4.4.1 体型鉴定装置应安装在牛舍行走通道上。

4.4.2 体型鉴定装置应可靠接地。

5 体型信息自动评定方法

根据奶牛场的具体情况，参照【NY/T 34、NY/T 2662】的奶牛标准化养殖场标准，确定适合进行奶牛体型鉴定的边缘计算设备，所有边缘设备应自动按照数据交换方式向服务器实时提供数据【GB/T 41780.1、GB/T 42564】。

5.1 奶牛深度图像采集

5.1.1 图像采集架前应安装仅容纳一头奶牛通过的行走通道。

5.1.2 采集深度图像时左右侧视的深度相机间距离应大于 4 米。

5.1.3 深度相机之间的时间差应低于 100 毫秒。

5.1.4 奶牛经过采集架下方的时间应不短于 3 秒。

5.1.5 深度相机在奶牛经过图像采集架下方时进行图像采集，将多个视角下包含奶牛的 RGB 图像数据以及深度图像数据通过数据线传输至边缘计算设备中。

5.1.6 深度相机应具备复杂牛舍环境下，对同一奶牛多视角数据进行稳定、高速、同步的采集能力。

5.1.7 深度图像数据与 RGB 图像数据保存类型为“.png”、“.jpg”等格式。

5.1.8 支持实时数据采集，提供实时同步采集等服务。

5.2 奶牛深度图像补全

5.2.1 深度图像大面积缺失会导致数据失效，应及时准确的完成深度图像的补全。

5.2.2 深度图像补全主要针对由于光线直射和奶牛白色花纹反射造成的奶牛躯干边界和内部缺失的像素点。

5.2.3 深度图像补全可采用滤波器、线性插值、深度学习等方法实现。

5.2.4 背景深度值缺失可不进行补全。

5.3 奶牛多视角点云配准

5.3.1 应以本文件陈述的相机固定方式采集的数据作为原始奶牛多视角点云配准数据。

5.3.2 计算相邻视角下两点云数据之间的旋转矩阵 R 和平移向量 T 。

5.3.3 配准后将不同视角的点云合并为一个整体。

5.4 奶牛个体身份识别

5.4.1 通过个体身份识别确定对应体型鉴定结果的奶牛。

5.4.2 可通过采集奶牛耳标、脚标、脸部、背部、侧身、尻部等图像特征确定奶牛个体身份。

5.5 奶牛体型关键点定位

5.5.1 在进行关键点定位前应将三维奶牛模型对齐到空间坐标原点。

5.5.2 奶牛体型关键点可通过深度学习或点云尺寸特征进行定位。

5.6 奶牛体型鉴定

5.6.1 奶牛体型鉴定性状主要包括体型鉴定性状和缺陷性状。

5.6.1.1 体高、胸宽、体深、腰强度、尻角度、尻宽、蹄角度、蹄踵深度、骨质地、后肢侧视、后肢后视、乳房深度、中央悬韧带、前乳房附着、前乳头位置、前乳头长度、后乳房附着高度、后乳房附着宽度、后乳头位置和棱角性均可转换为关键点之间的距离、相对位置或关键线之间的角度自动测量：

a) 体高：自动获取奶牛十字部最高点至地平面的垂直高度；

- b) 胸宽：自动获取奶牛两前肢内侧胸底的宽度；
- c) 体深：自动获取奶牛最后一根肋骨处腰椎至腹底部的垂直距离与最后一根肋骨处腰椎至地面垂直距离的比例；
- d) 腰强度：自动获取奶牛个体背部脊椎骨形成的角度以及腰椎横突长度；
- e) 尻角度：自动获取奶牛腰角与坐骨结节的相对高度差；
- f) 尻宽：自动获取奶牛两坐骨结节间的宽度；
- g) 蹄角度：自动获取奶牛后蹄壁前沿与地面形成的夹角；
- g) 蹄踵深度：自动获取奶牛后蹄的蹄踵上沿与地面之间的距离；
- h) 骨质地：自动获取奶牛后肢骨骼的宽度；
- i) 后肢侧视：自动获取奶牛胫骨与跗骨之间的夹角；
- j) 后肢后视：自动获取奶牛后肢飞节的内向角度；
- k) 乳房深度：自动获取奶牛乳房底部到飞节的垂直距离；
- l) 中央悬韧带：自动获取奶牛中央悬韧带基底部与乳房底部的垂直距离；
- m) 前乳房附着：自动获取奶牛前乳房与体躯腹壁之间的夹角；
- n) 前乳头位置：自动获取奶牛前乳头基底部与所在乳区之间的距离；
- o) 前乳头长度：自动获取奶牛乳房前乳头的长度；
- p) 后乳房附着高度：自动获取奶牛后乳房乳腺组织的最上缘与阴门基底部之间的垂直距离；
- q) 后乳房附着宽度：自动获取奶牛后乳房乳腺组织上缘的宽度；
- r) 后乳头位置：自动获取奶牛后乳头基底部与所在乳区之间的距离；
- s) 棱角性：自动获取奶牛肋骨开张角度、肋间宽度、股部大腿肌肉厚度以及耆甲棘突高度。

5.6.1.2 缺陷性状参考【GB/T 35568】，其中：

- a) 背腰不平、凹腰、肛门向前、尾根凹、尾根高、髋部偏后、飞节粗大、前蹄外向、前乳房短、后乳房短、乳头不垂直通过自动获取关键点之间的距离、相对位置或关键线之间的角度与标准值进行比对后获得；
- b) 双肩峰、整体结合不匀称、体弱、卧系、蹄叉张开、过于纤细、蹄瓣不均衡、乳区不匀称、乳房形状差、有瞎乳区通过定位性状区域，提取区域内部特征，利用分类模型实现自动获取；
- c) 后肢抖、后肢前踏/后踏通过提取后肢关键点连续运动的轨迹，对运动轨迹分类实现自动获取。

5.6.2 体型评定

利用9分制线性评定评分方法对奶牛打分，根据不同部位将体型性状功能分合并为5个部位的评分，包括体躯容量、尻部、肢蹄、泌乳系统和乳用特征，各部位评分计算公式如下：

$$SubS_i = \sum_{j=1}^m (X_j \times w_{ij}) - \sum_{k=1}^n D_k$$

式中 $SubS_i$ ——部位 i 评分；

- m ——部位 i 所包含的线性评分性状数；
- X_j ——部位 i 体型鉴定性状 j 的功能分， $j=1, 2, \dots, m$ ；
- w_{ij} ——部位 i 体型鉴定性状 j 的权重， $j=1, 2, \dots, m$ ；
- D_k ——部位 i 缺陷性状 k 的扣分， $k=1, 2, \dots, n$ ；

n ——部位 i 中所包含的缺陷扣分性状数。

体型总分的计算方法:

$$S = \sum_{j=1}^5 (SubS_j \times w_i)$$

式中 S ——体型总分;

w_{ij} ——体型鉴定部位 i 的权重, $j=1, 2, \dots, 5$ 。

6 奶牛体型鉴定数据处理

6.1 奶牛体型鉴定信息量化与存储

- 6.1.1 对奶牛体型深度图像数据按【GB/T 42018】进行深度补全、点云配准等处理。
- 6.1.2 体型鉴定结果上传至云端服务器进行存储。
- 6.1.3 具有本地和远程的数据导入和导出等功能, 体型鉴定结果数据每 3 个月至少备份 1 次。
- 6.1.4 体型鉴定结果及相关记录应作为档案资料保存。

6.2 体型评定统计分析

- 6.2.1 体型鉴定系统应具备可视化界面, 如奶牛身份信息、体型鉴定结果、可利用年限等。
- 6.2.2 体型鉴定系统应能够生成奶牛体型鉴定记录、绘制奶牛体型变化曲线以及统计分析报告。

7 信息安全与运行维护

7.1 信息安全性

奶牛体型鉴定信息技术设备安全、信息安全应符合【GB/T 20271、GB/T 22239、GB 4943.1、GB 17859】标准。

7.2 运行维护

- 7.2.1 每 3 个月应对体型鉴定系统的硬件设备、传输网络、软件系统进行运行完好性核查。
- 7.2.2 运行巡查应做好记录, 发现故障及时报告, 运行巡查应包含但不限于下列内容:
 - a) 深度相机、图像采集架、边缘计算设备等外观是否完整;
 - b) 深度相机及附属设备运行状态是否正常;
 - c) 体型鉴定系统安装空间内电路系统、通信系统是否正常;
 - d) 数据采集、数据传输是否正常。

- 7.2.3 应建立并保存系统运行、维护、校验、维修等原始记录。
-