

团 体 标 准

T/NJ 1426—202X/T/CAAMM XXX—202X

农林拖拉机和机械生产车间 机床外部数据采集系统规范

Tractors and machinery for agriculture and forestry
production workshops—Specification for
external data acquisition systems for machine tools

(公示稿)

2023-XX-XX 发布

2023-XX-XX 实施

中国农业机械学会
中国农业机械工业协会

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和中国农业机械工业协会联合提出。

本文件由全国农业机械标准化技术委员会（SAC/TC 201）和全国拖拉机标准化技术委员会（SAC/TC 140）共同归口。

本文件起草单位：江苏林海动力机械集团有限公司、江苏大学、第一拖拉机股份有限公司、厦门大学。

本文件起草人：高峰、张雷雷、陈燕、程业昭、罗建强、李鹏、陈彬强、曹新城、胡永光、沈煜、高鸣、张冰冰、王雷飞、高博、陈荣帅、蓝启鑫、贾辉、郭丹丹、马腾、卿涛。

引 言

为提高农林拖拉机和机械关键零部件的生产质量和生产效率，数控机床在农林拖拉机和机械生产车间中得到广泛使用。

数控机床采用电气驱动的方式替代了传统机床中大部分的机械传动结构，使该结构大大简化，但数控机床要达到高精度生产，其传动部件必须满足高精度、高刚度、小振动、小热变形等要求。对农林拖拉机和机械生产车间中的数控机床进行数据采集，可以实时监测机床运行状态。

通过对机床运行状态数据的分析和处理，可以评估机床加工质量，确保农林拖拉机和机械零部件的质量和精度，提高其整体性能和可靠性。

农林拖拉机和机械生产车间 机床外部数据采集系统规范

1 范围

本文件规定了农林拖拉机和机械生产车间机床外部数据采集系统的术语与定义、缩略语、系统架构、机床状态数据结构、采集内容、机床状态信号采集过程和系统运行安全控制。

本文件适用于农林拖拉机和机械制造领域机床外部数据采集设备或系统的设计和开发。其它制造领域机床外部数据采集系统可参照执行。

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 5271.1 信息技术 词汇 第1部分：基本术语

GB/T 31916.1 信息技术云数据存储和管理 第1部分：总则

GB/T 38853 用于数据采集和分析的监测和测量系统的性能要求

GB/T 38888 数据采集软件的性能及校准方法

3 术语与定义

GB/T 5271.1、GB/T 38888界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机床状态信号 machine tool status signal

由机床各部件或系统（信号源）自身状态改变或工作产生的能够反映机床健康程度、活动状态、负载水平、运行稳定水平的各类物理量，该物理量对应的数字量及其它附加属性构成机床状态数据。

注1：附加属性包括但不限于单位、采集时间、信号源等信息。

3.2

机床状态数据结构 machine tool status data structure

描述机床状态数据属性的一种数据结构。

3.3

机床状态信号转换 machine tool status signal conversion

通过传感器等设备将机床状态信号的实际物理量转换为电压、电荷、电压脉冲等模拟系统或数字系统能够感知和处理的电信号的过程。

3.4

机床外部数据采集 machine tool external data collection

由机床使用方或第三方在机床关键部件安装合适的传感器，通过数据采集系统获得机床关键状态信号的过程。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

- ADC: 模数转换芯片 (Analog-Digitalchip)
- ADM: 模数转换模块 (Analog Digital conversion Module)
- DAQ: 数据采集 (Data Acquisition)
- FCS: 现场总线控制系统 (Fieldbus Control System)
- FTP: 文件传输协议 (File Transfer Protocol)
- HTTP: 超文本传输协议 (Hyper Text Transfer Protocol)
- ID: 身份标识号 (Identification)
- IT: 信息技术 (Information Technology)
- MES: 制造执行系统 (Manufacturing Execution System)
- SCADA: 数据采集与监视控制 (Supervisory Control And Data Acquisition)
- TCP: 传输控制协议 (Transmission Control Protocol)

5 系统架构

机床外部数据采集系统架构分为4层：1) 数据感知层；2) 数据汇聚层；3) 数据存储层；4) 数据应用层，见图1。



图 1 机床外部数据采集系统架构

各层功能如下：

- a) 数据感知层：通过各类传感器将信号源产生的物理信号转换成电信号，对电信号进行必要的增益、钳位、滤波等调理，由脉冲计数器、模数转换等模块将电信号编码为数字信号；
- b) 数据汇聚层：采用现场总线控制系统、微控制器嵌入式系统、工控机等平台，从脉冲计数器、模数转换等模块获取转换后的数字信号，得到采集数据。为采集数据增添采集时间、信号源等附加信息后向数据存储层上传数据；

- c) 数据存储层：对采集数据进行结构化存储，并为数据应用层提供数据交互接口；
- d) 数据应用层：通过 MES、故障诊断等系统调用和分析采集数据，得出车间生产计划、设备运维决策等安排。

6 机床状态数据结构

6.1 概述

数据源属性是对采集数据信息的补充，在数据采集过程中不会发生改变；异构数据集包含数据源、采集结果、采集时间等信息，随数据采集过程的变化而变化。

6.2 信号源属性

信号源属性包括ID、名称等字段，见表1。

表 1 信号源属性字段

| 字段名称 | 数据类型 | 字段描述 |
|------|-------------|---|
| ID | string（字符串） | 信号源 ID 应能在空间上唯一区分机床状态信号的来源，也可采用以下方式对信号源 ID 命名：车间名称_机床型号_机床序号_信号来源 |
| 名称 | string | 信号源的名称，可根据信号来源进行自定义 |
| 描述 | string | 信号源的描述，从产生原因、相关影响因素等方面描述 |
| 类型 | string | 信号源的类型，根据信号的物理量类型进行定义，如振动、电流等 |
| 自定义 | string | 其它自定义的信号源属性 |

6.3 数据构成

从同一个信号源采集的数据构成一个或多个数据（组），数据组中包含不同时刻或时间段采集的多个数据或数据片段，关于单个数据和数据片段的描述见8.1。数据组和采集数据（包括单个数据和数据片段）属性分别见表2和表3。

表 2 数据组属性字段

| 字段名称 | 数据类型 | 字段描述 |
|--------|--------|-----------------------------|
| ID | string | 数据组 ID，在同一信号源中唯一 |
| 名称 | string | 数据组名称 |
| 描述 | string | 数据组描述，从该组数据的采集参数、采集起始日期方面描述 |
| 信号源 ID | string | 数据组所属的信号源 ID |
| 访问标志 | string | 数据组的默认访问属性，R：只读，W：只写，RW：读写 |
| 自定义 | string | 其它自定义的数据组属性 |

表 3 采集数据属性字段

| 字段名称 | 数据类型 | 字段描述 |
|------|--------|-------|
| ID | string | 数据 ID |
| 名称 | string | 数据名称 |
| 描述 | string | 数据描述 |

表 3 采集数据属性字段（续）

| 字段名称 | 数据类型 | 字段描述 |
|--------|-----------------------|----------------------------|
| 数据组 ID | string | 数据所属数据组 ID |
| 类型 | float（单浮点型） | 数据类型 |
| 单位 | string | 数据计量单位 |
| 单位字节数 | unsigned integer（无符号） | 单个数据的字节数 |
| 字节长度 | unsigned integer | 数据字节长度 |
| 最大值 | float | 数据的上限 |
| 最小值 | float | 数据的下限 |
| 采集时间 | timestamp（时间戳） | 采集开始时间 |
| 采样间隔 | unsigned integer | 两相邻单个数据间的采集时间间隔，单位为微秒 |
| Null | boolean（布尔型） | 数据缺失标识 |
| NaN | boolean | 数据超限标识 |
| 访问标志 | string | 数据组的默认访问属性，R：只读，W：只写，RW：读写 |
| 自定义 | string | 其它自定义的数据组属性 |

7 采集内容

机床外部数据采集系统的采集内容为各类机床状态信号，机床状态信号的分类包括但不限于：

- a) 振动：主轴振动、各传动副振动、立柱及横梁振动；
- b) 电流：电机驱动电流；
- c) 噪声：传动皮带噪声、同步带噪声；
- d) 转矩：丝杠传动转矩、主轴转矩；
- e) 温度：电气柜温度、主轴箱温度、电机温度；
- f) 湿度：电气柜湿度、环境湿度；
- g) 流量：润滑流量、水循环流量；
- h) 倾角：机床本体倾角、桁架倾角。

8 机床状态信号采集过程

8.1 概述

机床状态信号采集过程包含一个采集周期内中机床状态信号的转换、量化、汇聚和存储过程，不同过程间由数据采集系统架构提供数据传输通道，由其它附加原则或要求提供整个过程的质量控制和安全控制。

依据单个采集周期内对信号采样的方式不同，将采集方式分为单次采集型和连续采集型：

- 单次采集型：在一个采集周期内仅对某一时刻的信号进行采样转换而成单个数据；
- 连续采集型：在一个采集周期内从采集开始到采集结束期间按照严格时间间隔对信号采样转换成数据片段，数据片段内数据的个数称为采样长度，时间间隔称为采样周期，采样周期的倒数称为采样频率。

通常连续采集型适用于变化剧烈的信号，单次采集型适用于变化缓慢的信号。各机床状态信号的采集方式见表4。

表 4 机床状态信号采集方式

| 采集方式 | 机床状态信号 |
|-------|-------------------------------|
| 单次采集型 | 立柱及横梁振动、各类噪声、扭矩、温度、湿度、流量及倾角信号 |
| 连续采集型 | 主轴振动、电机驱动电流 |

8.2 信号转换

机床状态信号转换流程如下：

- a) 传感器选型：确定信号源的强度范围、频率范围，结合采集方式选择传感器；
 - b) 传感器安装：结合传感器类型、安装位置、安装表面和机床手册规定的安全要求，确定传感器的安装方式。安装方式包括但不限于螺钉安装、磁座安装、粘接安装、自然放置。
- 各机床状态信号的传感器选型、安装方式参考表 5。

表 5 状态信号的传感器选型及安装方式

| 状态信号类型 | 信号源名称 | 传感器类型 | 安装方式 |
|--------|---------|----------------|------|
| 振动 | 主轴振动 | IEPE 压电式加速度传感器 | 粘接安装 |
| | 传动副振动 | MEMS 加速度计 | 粘接安装 |
| | 立柱及横梁振动 | MEMS 加速度计 | 磁座安装 |
| 电流 | 电机驱动电流 | 电流钳 | 自然放置 |
| 噪声 | 传动带噪声 | 麦克风 | 磁座安装 |
| | 同步带噪声 | 麦克风 | 磁座安装 |
| 扭矩 | 丝杠传动扭矩 | 应变传感器 | 粘接安装 |
| | 主轴扭矩 | 应变传感器 | 粘接安装 |
| 温度 | 电气柜温度 | 热电偶 | 磁座安装 |
| | 主轴箱温度 | 热电偶 | 磁座安装 |
| | 电机温度 | 热电偶 | 磁座安装 |
| 湿度 | 电气柜湿度 | 热敏电阻式湿度传感器 | 螺钉安装 |
| | 环境湿度 | 热敏电阻式湿度传感器 | 螺钉安装 |
| 流量 | 润滑流量 | 涡轮流量计 | 螺钉安装 |
| | 水循环流量 | 涡轮流量计 | 螺钉安装 |
| 水平 | 机床本体水平 | MEMS 陀螺仪 | 磁座安装 |
| | 桁架水平 | MEMS 陀螺仪 | 磁座安装 |

8.3 信号量化

机床状态信号量化过程如下：

- a) 预处理：对传感器生成的电信号进行增益、钳位、滤波等调理；
- b) 采样：根据采集方式将时间上连续的状态信号处理成特定的离散信号；
- c) 量化：将采样后的离散信号在幅度上进行离散处理，使用数字量表示离散后的模拟信号；
- d) 编码：使用特定的二进制编码方法，将量化后的数字量转变为对应的数字信号。

8.4 数据汇聚

机床状态信号采集数据汇聚过程包括但不限于：

- a) 数据清洗：根据信号属性、采集方式等预先制定相应的数据清洗规则，根据清洗规则使用对应

的数据标签替换不合理数据或缺失数据；

- b) 数据融合：为数据添加采集时间、信号源、信号属性等信息，形成上下文完整有效的数据。

8.5 数据存储

机床状态信号采集数据存储过程包括但不限于：

- a) 数据存储：以表单或文件为载体，以数据库或文件系统为容器存储数据，数据存储的存储结构及存储内容应包含信号源、采集时间、信号类型等信息。存储要求应符合 GBT 31916.1 的规定；
- b) 数据管理和调用：基于身份认证、权限管理和操作记录等功能，对数据进行修改、增删和提取管理和调用要求应符合 GBT 31916.1 的规定。

8.6 数据应用

采集的机床状态数据应用方向包括但不限于：

- a) 制造执行系统：通过分析机床状态数据，制造执行系统可以获得机床的负荷情况及能耗数据，并据此进行实时资源调度和生产计划优化。
- b) 状态监测及故障诊断系统：通过对机床状态数据的实时监测和分析，状态监测及故障诊断系统可以对机床异常状态和潜在故障进行预警，并据此制定机床的维护、维修措施。

9 系统运行安全控制

影响机床外部数据采集系统运行安全的主要因素有机床运行部件与机床外部数据采集系统外置设备的干涉、传感器的安装强度、活动电缆的疲劳强度、电缆各端口连接强度等，系统运行安全要求如下：

- a) 机床外部数据采集系统外置设备与机床相对运行部件应保持最小 20 cm 的安全距离；
- b) 传感器与机床的安装表面应充分接触，安装强度应远大于从机床传递力、热、位移至传感器时产生的脱离力，使在整个设计生命周期内传感器与机床的安装表面保持相对静止；
- c) 活动电缆应考虑绝缘、护套和导体等各部分的疲劳强度，使在整个设计生命周期内电缆不出现漏电、短路及断路；
- d) 电缆各端口连接强度应能克服电缆重力、摩擦力、位移等的影响，使在整个设计生命周期内电缆各端口不发生松动；
- e) 应满足机床设备手册规定的相关要求，确保传感器的安装、线缆走线、插接件的连接不改变机床自身结构，线缆的活动部分应充分考虑疲劳强度；
- f) 应明确系统工作电压、功率、辐射强度、热功耗；
- g) 应对采集现场和相关设施、人员采取必要的安全管控；
- h) 应制定安全管理规范，避免人为因素影响系统的正常运行；
- i) 应符合 GBT 38853 中对数据采集系统环境条件、设计及构造的要求。