

ICS 21.120.20

CCS J19

TCMCA

中国机械通用零部件工业协会团体标准

T/TCMCA 0023—2023

联轴器 在线运维系统建设规范

Coupling—Specification for online operation and maintenance system construction

2023 - 12 - 18 发布

2023 - 12 - 20 实施

中国机械通用零部件工业协会 发布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 整体架构	1
5 设备物联	2
6 数据采集	2
7 大数据平台	3
7.1 运维标准库	3
7.2 机理模型库	3
7.3 AI 模型库	3
7.4 诊断算法库	3
7.5 故障案例库	3
8 应用服务	4
8.1 监测分析	4
8.2 运维管理	4
8.3 移动应用	5
9 安全管理	5

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。

本文件由中国机械通用零部件工业协会提出并归口。

本文件起草单位：泰尔重工股份有限公司、泰智维新（上海）数字科技有限公司、上海智能制造功能平台有限公司、乐清市重鑫机械制造有限公司、大同巴什卡机械制造有限公司。

本文件主要起草人：邰紫鹏、李荣勋、吴世祥、张定平、卢茜莉、朱长江、刘清华、郑宇、牟海波、李会敬。

引 言

联轴器是机械传动系统的核心部件之一，一旦发生故障会迫使全线或全厂停工，造成巨大的经济损失，甚至危及人身安全，产生严重的社会问题。因此，对联轴器进行在线运维及故障诊断将具有重大意义。

在中国机械通用零部件工业协会指导下，泰尔重工牵头成立了“联轴器在线运维系统建设规范”起草工作组，确定工作方案。结合联轴器行业在线运维建设内容，对联轴器在线运维系统建设的整体架构、设备物联、数据采集、大数据平台、应用服务和安全管理要求等模块进行了归纳和总结，经广泛征求意见，研讨完善形成本文件，使文件具有一定的先进性、通用性、科学性和可操作性。

联轴器_在线运维系统建设规范

1 范围

本文件界定了联轴器在线运维系统建设的有关术语和定义、相关缩略语，规定了联轴器在线运维系统建设的整体架构、设备物联、数据采集、大数据平台、应用服务和安全管理内容。

本文件适用于 GB/T 12458 规定的联轴器在线运维系统的设计、开发和使用。

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 12458 联轴器 分类

GB/T 22081 信息技术 安全技术 信息安全控制实践指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

联轴器在线运维系统 coupling online operation and maintenance system

一种通过物联网技术实现实时采集联轴器运行时的转矩、转速、噪声、振动和温度、润滑等状态信息，实现联轴器运行状态在线监测、报警实时推送、故障在线诊断、故障提前预测同时具有台账、检修、改造、流程审批等管理功能的综合性平台系统。

3.2

阶次分析 order analysis

一个将频谱及时间历程与旋转部件的转速（r/min）关联起来的数据算法。

注：用于揭示振动与噪声机理。

4 整体架构

联轴器在线运维系统应包括设备物联、数据采集、大数据平台、应用服务和安全管理等模块。设备物联模块可为数据采集模块和大数据平台提供联轴器设备健康数据，大数据平台可为应用服务提供联轴器设备健康数据和运维服务全业务流程数据，应用服务提供联轴器状态展示、异常报警、故障分析预测、维护管理多端口数据访问等服务，安全管理可为联轴器在线运维系统提供信息安全、设备安全、数据安全和控制安全保障。联轴器在线运维系统建设整体架构如图1所示。



图 1 联轴器在线运维系统建设整体架构图

5 设备物联

设备物联应满足下列要求：

- 实现刚性联轴器、挠性联轴器和安全联轴器的物联；
- 可配备能够检测转矩、转速、噪声、振动和温度等信息的传感器，传感器可以安装在联轴器本体或者与联轴器相连的部件上；
- 确保设备数据通讯的安全性。
- 传感器可通过有线或电池（便于更换或具备停机充电条件）供电；

注1：常用的通信模块包括Lora、NB-IoT、Zigbee、Wifi、4G、5G、蓝牙、433、485、以太网和光纤等。

注2：安装到旋转部件上的传感器需消除附加质量对动平衡的影响。

6 数据采集

数据采集应实现对联轴器转矩、转速、温度、噪声和振动等运行状态、参数下发、指定时间段状态数据和临时触发状态数据等作业操作的数据采集，应满足下列要求：

- 支持常见转速 120r/min~3000r/min 的联轴器数据采集器，同时支持低于 120r/min 的低速联轴器数据采集和转速高于 3000 r/min 的高速联轴器数据采集；
- 转速传感器的转速范围应能够覆盖 12k r/min~120k r/min 的转速范围，支持多键相脉冲，能够及时捕捉到转速变化，能在恶劣条件下长时间运行，具备适合联轴器安装的设计和接口；
- 温度传感器的工作范围应能够覆盖-40℃~120℃所需监测的温度范围，误差小于 1℃±1%（1%指基于工作环境温度的 1%），且具有温度传导性，适应工业环境的能力，不受消磁、油污、光线强弱影响，能在恶劣条件下稳定工作，具备适合联轴器安装的设计和接口；
- 噪声传感器应能够适应联轴器所涉及的噪声范围，具备 20Hz~20000Hz 的频率或 20db~140db 响应范围；
- 振动传感器应能适应 0.4KHz~10KHz(±3dB)的振动频率范围，灵敏度不低于 100mv/g，具备屏蔽、抗干扰结构；
- 具备固件版本升级及参数下发；
- 具备数据的边缘预处理，如数据清洗、数据抽点、数据压缩等。

7 大数据平台

7.1 运维标准库

联轴器运维标准库应包括下列内容：

- a) 安装和调试标准：安装位置、安装步骤、安装要求等；
- b) 维护和保养标准：维护内容、维护方法、维护周期；保养项目、保养方法、保养周期等；
- c) 性能检测标准：性能检测项目、检测方法、检测标准等；
- d) 故障处理标准：故障分类、故障处理流程、故障处理要求等；
- e) 安全管理标准：安全检查、安全操作规程、事故处理等。

7.2 机理模型库

联轴器机理模型库应包括下列内容：

- a) 动力学模型：利用联轴器在转速和负载变化下的动态响应模型，诊断联轴器状态；
- b) 热学模型：利用联轴器在高温和高速下的热量分布和热应力模型，诊断联轴器状态；
- c) 声学模型：利用联轴器在运行过程中产生的噪声和振动模型，诊断联轴器状态；
- d) 摩擦学模型：利用联轴器在运行过程中的摩擦特性和摩擦磨损模型，诊断联轴器状态。

7.3 AI 模型库

联轴器AI¹⁾模型库应包括下列内容：

- a) 神经网络模型：利用神经网络技术对联轴器运行数据进行学习和建模，诊断联轴器的故障；
- b) 支持向量机模型：利用支持向量机技术对联轴器运行数据进行分类和识别，判断联轴器故障；
- c) 遗传算法优化模型：利用遗传算法技术对联轴器的设计和优化进行建模和仿真，提高联轴器性能和可靠性；
- d) 模糊逻辑模型：利用模糊逻辑技术对联轴器的运行数据进行模糊化处理，识别和判断联轴器故障；
- e) 深度学习模型：利用深度学习技术对联轴器的运行数据进行深度学习和特征提取，对联轴器故障的自动诊断和预测。

7.4 诊断算法库

联轴器诊断算法库应包括下列内容：

- a) 故障诊断算法：通过监测联轴器的转矩、转速、振动、温度和噪声等参数，对联轴器进行故障诊断，如轴承故障、磨损、断裂、异响、松动、异常间隙、温度高等故障；
- b) 故障分类算法：将联轴器的故障分类，如齿轮故障、轴系类故障等；
- c) 故障预测算法：通过联轴器的历史数据和趋势分析，对联轴器未来可能出现的故障进行预测；
- d) 健康状态评估算法：根据联轴器的运行状态和故障情况，评估联轴器的健康状态，为维护和保养提供依据；
- e) 专家分析诊断算法：利用时域分析、频域分析和时频域分析等算法对振动和噪声等监测参数进行分析（包括包络谱、功率谱、倒谱、自相关、互相关图谱和交叉相位谱），帮助专家对联轴器故障进行人工诊断。

注：诊断算法中需包含置信度评估。

7.5 故障案例库

联轴器故障案例库应包括下列内容：

- a) 裂纹/断裂故障诊断案例；
- b) 异响故障诊断案例；
- c) 联接件松动故障诊断案例；
- d) 关键零部件损坏故障诊断案例；

1) 人工智能，缩写为 AI，它是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及硬一些的一门新的技术科学。

- e) 润滑故障（泄漏或油量）诊断案例；
- f) 常见故障案例（包含联轴器的常见故障、故障现象、故障原因、解决方法案例等）；
- g) 维修和保养案例库（包含联轴器的维修和保养方法、注意事项、故障排除方法案例等）。

8 应用服务

8.1 监测分析

8.1.1 概述

设备监测分析模块接收并存储联轴器的多种状态监测数据，通过列表、图像等方式展示联轴器运行状态，同时依据趋势、时域频谱、包络等分析图谱、故障模型等技术来提前发现和辨识存在的状态劣化、故障隐患及故障类型和程度，实现对联轴器的健康状态进行判断、预警和诊断，发生预警后自动生成故障分析报告。

8.1.2 状态监测

能实时从大数据平台获取联轴器转矩、转速、温度、噪声和振动等状态数据，并对其进行可视化显示；转矩、转速、噪声和振动等数据延迟在10 s内；温度延迟时间可以在1分钟。

8.1.3 图谱分析

图谱分析包括：转矩疲劳统计分析（正向、反向）；转矩趋势分析（疲劳转矩、最大工作转矩和切断转矩等）；基于振动数据的加速度多指标（包括最大值、最小值、均方根值、峭度、波形因数、峰值因数和脉冲因数等）趋势分析；基于振动数据的速度多指标（包括最大值、最小值、均方根值等）趋势分析；基于振动数据的包络多指标（真峰峰值和有效值）趋势分析；基于振动数据的位移多指标（包括峰峰值等）分析；基于振动数据的加速度、速度和位移的波形频谱图（包括趋势图、波形图和频谱图）分析；基于振动数据的加速度、速度和位移的包络图（包括趋势图、波形图和频谱图）分析；基于振动数据的专业图谱（包括功率谱、倒谱、自相关、互相关图谱和交叉相位谱）分析；基于联轴器噪声变化趋势分析（波形频谱1/3倍频程图谱），转矩疲劳统计分析（正向、反向）；基于转速实现阶次分析，基于温度（阈值、趋势变化）分析等指标。

8.1.4 故障报警

根据设定的阈值报警规则，应利用联轴器的状态对联轴器的转矩、转速、温度、噪声和振动等状态数据进行实时报警，并在异常情况下及时发出报警提示。

8.1.5 故障诊断

利用联轴器的转矩、转速、温度、噪声和振动等状态数据，应通过机理模型算法和AI模型算法对联轴器进行智能故障诊断，故障诊断结果可通过短信、微信和邮件等实时（诊断结论出来后30s内）推送给运维人员，指导运维人员进行维修决策。

8.1.6 报告生成

能自动生成联轴器的健康状况、故障原因、趋势分析等内容监测报告。

8.2 运维管理

运维管理应满足下列要求：

- a) 设备管理：管理联轴器设备的名称、型号、规格、制造商、生产日期、安装位置等信息；
- b) 组态管理：建立联轴器设备树²⁾、联轴器数据采集装置配置及联轴器监测测点配置，对监测测点配置报警规则和故障诊断规则等；
- c) 报警处理：针对联轴器的故障预警进行处理，发起检修工单和检修计划等；

2) 设备树以树状结构组织，描述了联轴器在线运维系统中各个设备的层次结构和属性。设备树由节点组成，每个节点描述了联轴器在线运维系统中的一个部件节点可以包含多个属性，描述部件的各种属性和配置信息。

- d) 检修管理：根据故障预警或故障诊断结果自动生成检修工单或生成检修计划或保养计划，用户可对检修工单、检修计划和保养计划等业务进行审核确认，推动工单流转，以工单驱动检修（保养）实施、验收，形成检修（保养）全流程可追溯的数字化流程管理，到检修完成工单关闭自动归档形成检修报告、保养记录，实现检修全流程闭环管理，闭环管理包括人工审核确认检修工单、检修计划和保养计划；
- e) 用户管理：创建使用系统的用户，为用户分配操作权限和数据访问权限，定期修改用户密码等。

8.3 移动应用

将联轴器设备信息查询、运行数据查看、运行状态监测、报警处理、故障诊断以及检修管理等功能通过移动应用提供给用户操作使用，方便用户及时进行联轴器的日常运维管理操作。

9 安全管理

应按 GB/T 22081 的要求对联轴器在线运维系统的信息安全、数据安全和安全审计等进行安全管理。