ICS 25.040.40
CCS J 70

T/CS

团　　体　　标　　准

T/CS 427—2026

智能机械装备设计与运行维护技术规范

Technical specifications for the design, operation, and maintenance of intelligent mechanical equipment

2026-06-10 发布　　2026-06-10 实施

中国商品学会　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 总体要求 1
4.1 安全要求 1
4.2 智能高效 1
4.3 易用与可持续 1
5 设计要求 1
5.1 外观 1
5.2 尺寸 2
5.3 智能化功能 2
5.4 系统构成 2
5.5 绿色 2
6 运行维护 3
6.1 维护分类 3
6.2 日常 3
6.3 定期 3
6.4 故障诊断与预测 4
6.5 维护信息化管理 4
6.6 预防性 4
7 评价与改进 4
7.1 评价体系与内容 4
7.2 反馈信息收集与管理 5
7.3 改进机制 5
参　考　文　献 6

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。

本文件由浙江哈勒精密机械有限公司提出。

本文将由中国商品学会归口。

本文件起草单位：浙江哈勒精密机械有限公司、宁波时利机械制造有限公司、宁波明觉智能科技有限公司、张家口万邦锻造有限公司、宁波东浩铸业有限公司、洛阳花都家具集团有限公司。

本文件主要起草人：袁杏存、陈海波、严莹莹、施方哲、封志来、蔡文杰、李涛。

智能机械装备设计与运行维护技术规范

1 范围

本文件规定了智能机械装备的设计要求、运行维护、评价与改进。

本文件适用于各类具有感知、分析、决策、执行等智能化特征的机械装备的研发、生产、集成与运维。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 总体要求

4.1 安全可靠

智能机械装备应将安全性与可靠性置于首位。系统应具备高可靠性、容错与故障安全处理能力，应最大限度降低意外停机与失效风险。

4.2 智能高效

装备应深度融合感知、分析、决策、执行与学习能力，实现从自动化向智能化的跃升。同时，应追求运行过程的高能效与资源高效利用。

4.3 易用与可持续

装备的设计与交互应坚持以人为本，提供人机界面与远程运维支持，降低操作与维护的专业门槛和劳动强度。全生命周期理念应贯穿始终，实现装备的长期可持续运行与经济性最优。

5 设计要求

5.1 外观

智能机械装备的外观设计要求如表1所示。

表 1 外观要求表

项目	具体要求
整体	外观造型应整洁、协调，与功能和使用环境相适应
表面	所有外露表面应光滑、平整，无明显的划痕、凹坑、锈蚀、飞边、毛刺等工艺缺陷。涂装或镀层应均匀、牢固，无色差、起泡、剥落等现象
人机交互	外观设计应考虑操作与维护的便利性。经常操作的控制面板、观察窗口、维护接口等应布局合理、标识清晰、易于触及和观察

标识与安全警示	设备应有清晰、耐久的产品铭牌、型号标识。对于存在危险的部位，应设置安全标志和警示标识，其颜色、形状和位置应醒目、不易脱落
材质与工艺	外观件所选材料应具备足够的强度、耐腐蚀性和环境适应性。应采用环保、可回收的材质，并与绿色设计理念相符

5.2 尺寸

智能机械装备的尺寸设计应兼顾功能、性能、安全可靠及集成运行的需求。尺寸要求如表2所示。

表 2 尺寸要求表

	具体要求
功能符合性	设备的外形尺寸、工作空间（如机械臂展、加工范围）及接口尺寸应符合其设计功能和性能指标的要求
人机适配性	设备与操作者交互相关的尺寸（如控制台高度、踏脚板位置、安全通道宽度等）应符合人机工程学原则及相关安全标准
可集成性与可运输性	设备的外形尺寸应考虑目标应用场景的限制。对于大型设备，应评估其模块化分解与现场组装的可行性
可维护性	设计时应为关键部件的检查、测试、更换及维护工具的操作预留足够的空间，维护作业应能安全、方便地进行
轻量化与紧凑性	在满足结构强度、刚度和功能的前提下，通过优化设计减小设备体积和重量

5.3 智能化功能

装备应具备感知、决策、执行与反馈的智能化能力：

a) 装备能感知工作环境及自身状态；
b) 装备具备基于感知信息的数据处理与分析能力，宜利用人工智能、机器学习等技术实现自主决策、学习与优化；
c) 执行器应具备高精度、高响应速度与高可靠性，能准确将控制指令转化为动作；
d) 装备具备实时状态反馈与闭环控制能力，支持性能优化与故障诊断。

5.4 系统构成

5.4.1 硬件系统

硬件系统的要求如表3所示。

表 3 硬件系统要求

部件名称	具体要求
传感器	应符合感知范围、精度与可靠性要求
执行器	应符合负载、速度、精度与耐久性要求
控制器	应具备实时多任务处理能力及必要的通信接口

5.4.2 软件与信息系统

软件与信息系统应符合下述规定：

a) 具备数据采集、存储、分析与处理能力；
b) 能支持嵌入式系统或云计算平台，实现数据处理；
c) 为自主决策与优化提供算法支持。

5.5 绿色

5.5.1 一般要求

应将绿色、低碳、循环的理念纳入装备的概念设计、详细设计、工艺设计等全过程。绿色设计应成为提升装备综合性能（如能效、可靠性、经济性）的关键驱动力之一。

5.5.2 设计准则

智能机械装备的设计应符合下述准则：

a) 在满足结构强度与功能的前提下，采用优化设计、集成化设计和先进结构，实现装备及关键部件的轻量化；
b) 提高装备及核心零部件的耐久性、可靠性与可修复性，延长其使用寿命，减少因频繁更换导致的资源消耗与废弃物产生；
c) 采用模块化、标准化设计，关键部件应易于检查、维护、更换与升级，支持装备的功能迭代与性能提升，延缓整体报废；
d) 考虑报废回收阶段的需求，采用易于无损或高效拆解的结构连接方式，并对不同材料部件进行标识；
e) 优先选用高效节能的驱动系统、液压系统和控制系统，优化运行逻辑，降低装备在待机及工作状态下的能源消耗。

6 运行维护

6.1 维护分类

智能机械装备的维护流程分类如表4所示。

表 4 维护类型

分类	描述
日常维护	包括清洁、润滑、紧固等工作
定期维护	按照预定周期进行的设备检查、维修和更换易损件等工作
故障诊断与预测	针对设备出现的故障进行及时修复或在故障未发生前进行预测
维护信息化管理	通过监测设备运行状态，提前发现潜在问题
预防性维护	根据设备运行状况，制定预防性维护计划，降低故障率

6.2 日常

日常维护是指由设备操作人员或专职维护人员在每个工作班次或每日进行的例行保养工作。日常维护应按照下述规定进行：

a) 在设备启动前，进行外观检查，各部位应无异常；检查润滑指示，按需添加润滑油；清理工作区域，应无妨碍运行的杂物；
b) 在设备运行期间，观察设备声音、温度及仪表参数，发现异常应报告；
c) 工作结束后，关闭设备电源，对设备外表及工作区域进行清洁；对指定部位进行润滑；检查并紧固可见的松动螺栓；
d) 在点检表中如实记录设备运行状况、发现的简单问题及已完成的保养工作，实现维护痕迹的可追溯。

6.3 定期

定期维护是按照预定周期对智能机械装备进行的检查、保养、维修和部件更换，定期维护应按照下

述规定进行：

a) 依据设备的生产负荷、运行环境、制造商建议及历史故障数据，设定不同部件的检查、保养与更换周期，形成维护日历；
b) 在预定周期到来前，对设备的结构、关键运动部件、液压/气动系统、电气连接及安全装置等进行检查和功能测试，评估其性能状态；
c) 根据检查结果和计划，对设备进行清洁、润滑油脂更换或补充，并按时更换已达到使用寿命的易损件和关键耗材；
d) 记录定期维护中发现的问题、采取的措施及更换的零部件信息，并更新设备状态标签和电子档案，为后续维护决策提供依据。

6.4 故障诊断与预测

故障诊断与预测是智能化机械装备维护的关键环节，通过对设备运行数据的实时监测和分析，实现对设备故障的及时发觉和预测。故障诊断与预测应按照下述规定进行：

a) 利用设备的历史数据，建立故障诊断模型，实现对设备运行状态的实时监测和故障诊断；
b) 采用时序分析、频域分析、小波分析等方法，对设备运行数据进行分析，提取故障特征；
c) 利用物联网技术，实现设备运行数据的远程传输；
d) 结合设备的运行趋势和故障历史，对设备未来可能出现的故障进行预测，提前采取维护措施。

6.5 维护信息化管理

维护信息化管理是提高智能化机械装备维护效率、降低维护成本的关键措施。维护信息化管理应按照下述规定进行：

a) 将设备运行数据、维护计划、维修记录等信息进行整合，构建统一的维护管理平台；
b) 利用传感器、物联网等技术，实时采集设备运行数据，为维护决策提供依据；
c) 对设备的维护历程、维修记录等数据进行归档；
d) 推进智能化维护决策。结合设备运行数据、故障诊断结果和维护历史，为维护人员提供智能化维护建议。

6.6 预防性

预防性维护是保证智能化机械装备运行稳定、延长使用寿命的重要手段。预防性维护应按照下述规定进行：

a) 根据设备的运行周期、工作环境和使用频率，制定维护计划，设备应在规定周期内得到维护；
b) 对设备的运行状态、关键部件和易损件进行检查，发觉潜在问题；
c) 对设备进行清洁、润滑、紧固等保养工作，提高设备运行效率，降低故障风险；
d) 对易损件进行定期更换，设备应始终处于良好状态。

7 评价与改进

7.1 评价体系与内容

7.1.1 评价体系建立

相关方（包括但不限于设备制造商、系统集成商、使用单位、维护服务商）应建立与自身职责相适应的智能机械设备评价体系。该体系应覆盖设计、制造、安装调试、运行操作、维护保养、退役处置等关键环节。

7.1.2 评价内容

评价应包括技术符合性、运行效能、维护保障、安全环保及经济性等内容。

7.2 反馈信息收集与管理

7.2.1 反馈渠道建立

应建立反馈信息收集渠道，相关信息应能够传递至责任部门。渠道应包括企业标准化信息反馈平台、现场记录与报告、定期会议与沟通及专项调研。

7.2.2 反馈信息处理与响应

具体按下述规定进行：

a) 应指定专门部门的人员负责反馈信息的接收、登记、分类与初步分析；
b) 对收到的信息应及时确认，并对重大、紧急问题建立快速响应机制；
c) 应分析信息根源，评估其对设备安全性、可靠性、效率及规范适用性的影响。

7.3 改进机制

7.3.1 改进措施制定与实施

基于评价结果和反馈信息分析，应制定并实施相应的改进措施。改进可涉及：

a) 设备与系统：包括硬件改造、软件升级、算法优化、增设安全装置等；
b) 流程与制度：优化操作规程、维护保养规程、应急预案、管理制度等。

7.3.2 改进验证与跟踪

实施改进措施后，应对改进效果进行评价或专项验证，并对改进措施的实施效果进行跟踪。

参 考 文 献

[1] GB/T 38272 机械安全机械设备安全升级指南
[2] GB/Z 43444.1 智能设备管理第1部分:概念和定义
[3] GB/T 43337 制造系统设备运维参考模型
[4] GB/T 47284 工业设计智能功能安全设计指南
[5] YY/T 1833.1 人工智能医疗器械 质量要求和评价 第1部分：术语
[6] DB21/T4380 工业人工智能参考架构
[7] Q/BN 001 机械设计标准