

工业仪表智能化等级要求与评价方法

1 范围

本文件规定了工业仪表（以下简称仪表）的智能化等级、智能特征要求、智能特征测评方法、智能化评价方法。

本文件适用于测量仪表（温度、压力、物位、流量等测量仪表）、分析仪表（水质、气体等分析仪）、执行器（电动、气动、液动执行机构等）的智能化等级评价。

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 22137.2-2018 工业过程控制系统用阀门定位器 第2部分：智能阀门定位器性能评定方法

GB/T 29816-2013 基于HART协议的阀门定位器 通用技术条件

GB/T 34036-2017 智能记录仪表 通用技术条件

GB/T 34049-2017 智能流量仪表 通用技术条件

GB/T 34050-2017 智能温度仪表 通用技术条件

GB/T 34068-2017 物联网总体技术 智能传感器接口规范

GB/T 34069-2017 物联网总体技术 智能传感器特性与分类

GB/T 34076-2017 现场设备工具（FDT）/设备类型管理器（DTM）和电子设备描述语言（EDDL）的互操作性规范

GB/T 36411-2018 智能压力仪表 通用技术条件

GB/T 40571-2021 智能服务 预测性维护 通用要求

3 术语和定义

3.1 术语、定义和缩略语

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

智能特征 intelligent feature

智能仪表所具有的类似人的智能行为或能力。

3.1.2

智能化 intelligentialize

使对象具备自适应、自诊断、自决策、自学习等智能特征，并有效执行预期功能而进行的工作。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。
EDDL：电子设备描述语言（Electronic Device Description）
FDT：现场设备工具（Field Device Tool）
FDI：现场设备集成（Field Device Integration）

4 智能化等级

智能仪表的智能化等级如下表所示：

表 1 智能仪表智能化等级列表

智能化等级	名称	等级说明
一级（I1）	本体智能	无需通信和集成，仅依靠仪表本体就可以实现的基础功能
二级（I2）	基础智能	仪表实现数字化和双向通信，具备初步的智能化功能
三级（I3）	系统智能	在基础智能的基础上，仪表可通过系统进行复杂的运算和反馈
四级（I4）	自主智能	基于人工智能技术，仪表具备自适应、自学习、自我管理等功能

5 智能特征要求

5.1 分类

智能仪表的智能化等级由若干智能特征组成。不同类型仪表的智能化等级对应的智能特征如表2所示：

表 2 智能仪表智能特征列表

智能化等级	名称	智能特征
一级（I1）	本体智能	信号输出
		信号处理
		参数配置
		数据存储
		功能自检
		参数标定（仅针对分析仪表）
		自动校验（仅针对执行器）
二级（I2）	基础智能	双向通信
		本地组态
		固件升级
		信息记忆
		时间感知
		定位识别
		仿真调试
		自诊断
三级（I3）	系统智能	互操作性

四级（I4）	自主智能	远程组态
		故障诊断
		过程诊断
		自动组网
		自学习
四级（I4）	自主智能	边缘计算
		数字校准
		设备健康管理

5.2 本体智能特征要求

5.2.1 信号输出

仪表本体具备对外输出相关测量结果或报警指示的功能，传输应至少满足以下任一方式：

- 1) 通过本地显示屏向外界传输信息；
- 2) 通过电压、电流、脉冲等电信号向外界传输信息；
- 3) 通过声、光等信号向外界传输信息；
- 4) 通过通讯的方式向外界传输信息（有线或无线）；

5.2.2 信号处理

仪表本体通过电路等方式对传感器模拟信号进行处理，经A/D采样等方式转换成数字信号送入处理器进行数据处理。

5.2.3 参数配置

通过触发装置实现对仪表本体组态参数的设置及修改，触发装置包括但不限于本地触发装置，如物理按键、非接触式按键或其他物理信号。

针对不同类型仪表的具体要求如表5所示。

表 3 参数配置特征的具体要求

仪表类型	仪表类别	特征要求
测量仪表		基本参数：阻尼、量程上限、量程下限、显示单位； 压力：调零设置 流量：流量单位 温度： 物位：
分析仪表		阻尼、量程上限、量程下限、显示单位、在线标定
执行器	电动（电液） 执行机构	给出菜单进入、切换流程（包括但不限于如下）： 1.执行机构设置：行程限位，扭矩，远程/就地，输出继电器，定位，故障安全，4~20mA输出，联锁等 2.阀门数据：工位号，序列号，制造商，最大开启扭矩，最大关闭扭矩，最大阀杆推力，法兰类型等

		3.维护参数：报警日志，设置参考扭矩，参考曲线，数据记录等
	气 动 执 行 机 构	配置信息包括： 1.零控制型号：打开，关闭 2.压力单位：BAR，PSI，KPA 3.输入范围下限：4mA~19mA 4.输入范围上限：20mA~5mA 5.特性:快开，线性，等百分比，自定义 6.开关信号 基础设置-行程校验： 1.校验：自动、手动 2.自动：自动完成校验，结果已完成或失败 3.手动：100%开度位置，0%开度位置，50%开度位置 保存退出/不保存退出 基础设置-整定： 1.整定模式：自动/手动 2.手动：整定参数，阻尼参数，保存退出/不保存退出。 模拟输入校验：给模拟量4mA，20mA进行动作校验
		配置信息包括： 1.校准配置向导 2.仪表配置： --仪表时钟：年月日，仪表时间 --设备信息：变量名称，描述，时间，仪表序列号，传感器序列号， --仪表温度：单位， 3.限位开关设置：开关1--Open或close，激活方式，触发范围点；开关2--Open或close，激活方式，触发范围点 4.HART通讯4个主变量配置 5.通讯地址配置

5.2.4 数据存储

仪表本体可通过非易失性存储单元（包括处理器本体内部或者外部独立的存储单元），存储仪表参数、数据等信息，存储单元具备掉电保存功能。

针对不同类型仪表的具体要求如表6所示。

表 4 数据存储特征的具体要求

仪表类型	仪表类别	特征要求
测量仪表	温度、压力、物位、流量测量仪表	应存储的具体信息： 1.5.2.3中规定的相应设置参数 2.设备描述信息：包括厂家信息、设备类型、位号、固件版本号； 3.流量
分析仪表		1.5.2.3中规定的相应设置参数 2.规定存储单元容量、时长，存储单元具有自检功能和错误报警功能。

执行器	电动头	5.2.3中规定的相应设置参数
	定位器	5.2.3中规定的相应设置参数
	限位开关	5.2.3中规定的相应设置参数

5.2.5 功能自检

仪表应具备自检并在出现故障时进行警示功能。

针对不同类型仪表的具体要求如表7所示。

表 5 功能自检特征的具体要求

仪表类型	仪表类别	特征要求
测量仪表	温度、压力、物位、流量测量仪表	故障代码对照表，规定几项必须自检的内容 输出故障代码并有输出或显示
分析仪表		同上，组态参数失效
执行仪表	电动头	电动头通电后持续不断地自诊断，如出现故障采用单向传输智能特征进行警示，具有明显标识。 自检指标包括： 1.电机温度高， 2.内部温度报警， 3.位置传感器， 4.速度传感器， 5.接触器， 6.配置错误， 7.硬件错误， 8.电池电压低， 9.缺相， 10.驱动器故障， 11.旋转方向报警， 12.电机电流。
	定位器	定位器通电后持续不断地自诊断，如出现故障采用单向传输智能特征进行警示，具有明显标识。 自检指标包含但不限于： 1.非易失性存储器故障， 2.内存故障， 3.行程传感器故障， 4.气源异常， 5.I/P转换器异常， 6.输入信号超范围， 7.压力超限。

	限位开关	限位传感器通电后持续不断地自诊断，如出现故障采用单向传输智能特征进行警示，具有明显标识。 自检指标包括： 1.回路电流报警， 2.RAM错误报警， 3.NVM报警， 4.非NVM报警， 5.内存报警， 6.主板报警。
--	------	---

5.2.6 参数标定

本功能仅针对分析仪表。仪表应具有使用标准液进行标定的功能，应至少实现1点标定、2点标定、3点标定其中的一种方法，根据说明书的相关说明进行标准操作，在表端可查询出厂标定和检测的记录。

5.2.7 自动校验

本功能仅针对执行器。根据参数配置中行程校验参数具有自动校验功能，可以自动完成行程位置校准和控制参数自动调整。校准参数和整定参数应存储在非易失性存储器中。

自动校验参数包括：

1.命令如何触发与退出，包括按钮、上位机、触摸屏的其中任意一种。

2.针对电动头和定位器：

——自动行程校验，选择自动，阀门自动完成100%，0%，50%定位器校验。

——手动行程校验，选择手动，确定方向；确定阀门100%位置；确定阀门0%位置；确定阀门50%位置；保存并退出，或者不保存并退出。

——校验结果，完成或失败

3.针对限位开关：

选择手动或自动模式，开或者关位置反馈正确，保存退出。

5.3 基础智能特征要求

5.3.1 双向通信

仪表至少支持一种标准通信接口，可实现与上位系统的双向数据通信，接口类型和通讯协议符合相应工业通信国际标准或国家标准。包含标准通信接口和通信协议，通信协议不限于工业总线（Profibus、Hart、M-BUS、CAN、Modbus），工业以太网（Powerlink、Profinet、EtherCAT等）、工业无线（不限于NB-IOT、CAT-1、2G/3G/4G、5G NR等）。

5.3.2 本地组态

仪表支持以通信的方式实现对仪表本体组态参数的设置，通信终端包括但不限于手操器、移动操作端等。针对不同类型仪表的具体要求如表9所示。

表 6 本地组态特征的具体要求

仪表类型	仪表类别	特征要求
测量仪	压力、物位、温	组态的具体参数包括但不限于：阻尼、量程上限、量程下限、调零、响应模

表	度测量仪表	式、信号输出方式、开方作用点（仅针对差压）、显示小数点位数、显示方式选择、显示单位、介质密度、流量单位等。
	流量测量仪表	组态的参数包括： 1.流速、流量、累积量 2.运行状态（正常、异常等） 3.通讯状态（在线、离线等） 4.报警状态（测量超限、故障报警等） 5.流速单位、流量单位、累积量单位 6.量程范围 7.管道口径
分析仪表		组态的具体参数包括：位号、量程、滤波参数、修正、在线标定值、报警参数、通讯参数、输出参数、语言选择、提示信息、标准样品参数值、测量单位配置、测量通道设置、允许校准的通道测量偏差范围、错误报警、提示信息。
执行器	电动头	给出菜单进入，切换流程，设置参数包括： 1.执行机构设置：设置行程限位，扭矩设置，ESD设置，远程控制，就地控制，输出继电器控制，定位，故障安全，4~20mA输出，联锁，双速计时器，总线选择 2.阀门数据：工位号，序列号，制造商，最大开启扭矩，最大关闭扭矩，最大阀杆推力，法兰类型。 3.维护参数：设置密码，清除报警日志，设置参考扭矩，设置参考曲线，清除最近数据日志，设置数据记录 4.ESD设置
	定位器	借助定位器的双向通信，应能实现下列组态功能，包括但不限于： 1.定位器基本信息 2.阀门和执行机构的规格参数 3.行程标定 4.报警参数 5.其他可配置参数或功能
	限位开关	组态的具体参数包括：校准过程报警，校准时报报警，循环计数报警，行程累加器报警，打开时间超时报警，关闭时间超时报警，PV低报警，PV高报警，PV高高报警，PV低低报警，Log日志满报警，报警记录满报警，报警记录不为空报警；仪表温度低报警，仪表温度高报警，仪表温度传感器报警，Hall传感器报警，参考电压报警，LOop回路报警，回路电流报警，RAM错误报警，NVM报警，非NVM报警，主要内存报警

5.3.3 固件升级

仪表支持以通信的方式对固件进行识别、校验、升级、恢复功能（特殊应用场景或法律法规要求的情况除外）。

5.3.4 信息记忆

仪表可通过非易失性存储单元（包括处理器本体内部或者外部独立的存储单元），存储历史数据、仪表运行状态等信息，方便用户查询。针对不同类型仪表的具体要求如表11所示。

表 7 信息记忆特征的具体要求

仪表类型	仪表类别	特征要求
测量仪表	温度、压力、物位、流量测量仪表	1.报警记录； 2.超限记录。
分析仪表		存储的具体信息包括：操作信息，报警信息，上下电信息。每种信息的记忆条数不少于20条，历史的测量主参数数据不少于1万条；
执行仪表	电动头	智能电动头自身具有非易失性存储单元，可存储特征数据和组态信息，如历史信息、校正数据、测量参数、状态参数等，在断电重连后能够自动恢复到原来的工作状态，也能根据应用需要随时调整其在线与离线工作状态。 信息记忆的指标包括： 1.本地组态指标：见5.3.2本地组态； 2.信息存储单元信息：空间大小，处理速度，CPU能力 3.支持数据导出：CSV，Exce，PDF等 4.状态监测指标：位置，给定位置，电机速度，当前扭矩，主电压，当前电流，温度，点击温度，端子板卡温度 5.通讯日志：打开时间，关闭时间，动作次数，电机运行时间，无电时间，利用率，报警次数，端子版温度等
	定位器	智能定位器自身具有非易失性存储单元，可存储特征数据和组态信息，如历史信息、校正数据、测量参数、状态参数等，在断电重连后能够自动恢复到原来的工作状态，也能根据应用需要随时调整其在线与离线工作状态。 信息记忆的指标包括： 1.本地组态指标：见5.3.2本地组态； 2.信息存储单元信息：空间大小，处理速度，CPU能力 3.支持数据导出： 4.状态监测指标：输入电流，行程设定点，实际行程，行程偏差，压力A，压力B，供气压力，驱动信号，行程计数等 5.定位器自诊断相关指标
	限位开关	信息记忆的指标包括： 1.具备1级参数组态指标的存储 2.信息存储单元信息：空间大小，处理速度，CPU能力 3.支持数据导出：CSV，Excel等

5.3.5 时间感知

仪表具备计时功能，通过本地显示或通信方式获取或配置到当前时间及仪表运行时间。针对不同类型仪表的具体要求如表12所示。

表 8 时间感知特征的具体要求

仪表类	仪表类别	特征要求
-----	------	------

型		
测量仪表	温度、压力、物位、流量测量仪表	可通过调试设备或通信接收端设备查看仪表时间数据，不限于出厂时间、累计运行时间。当前时间等，计时功能
分析仪表		1.应有时钟功能、时间校准方法（自动从网络上进行同步、通过按键进行时钟校准设置、通过通信方式进行校准）； 2.规定时间显示格式：显示上次运行时间、连续运行时长；显示上次校准时间，最近需校准时间；可设置时区。
执行仪表	电动头	智能电动头具备时钟电路，支持时间累计、时钟校准、通信数据时间戳，设备重启次数等可配置的功能，包括： 1.仪表时钟格式：年月日 HH:MM:ss； 2.打开时间，关闭时间，电机运行时间，报警记录时间等 3.通信数据时间戳格式：遵循时间格式 4.时间校准：手动时钟校准 5.设备重启次数：
	定位器	智能定位器具备时钟电路，支持时间累计、时钟校准、通信数据时间戳，设备重启次数等可配置的功能，包括： 1.仪表时钟格式：26 SEP 2023 15:44， 2.时间累计参数：运行长时间 3.通信数据时间戳格式：遵循时间格式 4.时间校准：手动时钟校准 5.设备重启次数统计
	限位开关	智能限位传感器具备时钟电路，支持时间累计、时钟校准、通信数据时间戳，设备重启次数等可配置的功能，包括： 1.仪表时钟格式：26 SEP 2023 15:44， 2.时间累计参数：运行长时间 3.通信数据时间戳格式：遵循时间格式 4.时间校准：手动时钟校准 5.设备重启次数统计

5.3.6 定位识别

仪表具备工位号及工艺位置功能，可通过本地按键及上位系统等方式进行配置。针对不同类型仪表的具体要求如表13所示。

执行仪表	电动头	电动头本体具备工位号及工艺位置功能，可通过本地按键及上位系统等方式进行配置及修改。功能应满足： 设备标识信息设备位号修改后是否变化；测试 网络结构图是否现实对应的设备位号； 站地址修改方法。
	定位器	定位器本体具备工位号及工艺位置功能，可通过本地按键及上位系统等方式进行配置及修改。功能应满足： 设备标识信息设备位号修改后是否变化，在软件或网络中被识别。
	限位开关	限位传感器本体具备工位号及工艺位置功能，可通过本地按键及上位系统等方式进行配置及修改。功能应满足：

		设备标识信息设备位号修改后是否变化； 网络结构图是否现实对应的设备位号。
--	--	---

5.3.7 仿真调试

仪表具备模拟具有特定物理意义的数据或信号，并输出用于调试的功能。

5.3.8 自诊断

针对不同类型仪表的具体要求如表15所示。

表 9 自诊断特征的具体要求

仪表类型	仪表类别	特征要求
测量仪表	压力、物位、温度测量仪表	规定自诊断信息和诊断日志的最低要求，作为第三方检测的依据。不限于内部存储诊断、RAM数据诊断、A/D诊断、电源诊断（查询通信强制要求）。
	流量测量仪表	自诊断信息包括但不限于： 1.输入与输出信号有效性诊断 2.内部存储诊断 3.RAM数据诊断 4.A/D诊断（如有） 5.电源诊断
分析仪表		1.仪表上电启动程序应可以对运行程序的正确性、保存数据的正确性，RAM、FLASH,A/D等进行检查，检查结果能在界面上进行显示、或通过通讯方式输出； 2.能显示当前诊断错误信息：时间错误、传感器故障、主板故障、存储故障、自检故障、校准故障、温度传感器故障、温度故障、泄露故障、通信故障、电源故障、数据丢失故障等其他指标部长；
执行仪表	电动头	自诊断指标包括：未通过报警、关闭/开启时扭矩大、电机温度高、内部温度报警、位置传感器、速度传感器、开启时关闭时中位报警、主电压报警、接触器、配置错误、硬件错误、电池电压低、缺相、输入信号报警、驱动器故障、旋转方向报警、开/关方向过扭矩、接触器工作次数最大报警、需要维护、电机电流、行程错误、速度低、关闭方向中间行程报警
	定位器	智能定位器在工作过程中可进行自检，判断定位器各部分是否正常运行，并进行故障定位，自动诊断信息应能够上传至外部系统。部分报警的报警范围，报警禁止、报警启用根据需求修改。报警指标的分类满足NE107标准，分五级别：Good, Maintenance Required, Function Check, Out Of Specification, Failed。 定位器可以对自身关键部件及其正常运行所需的外部必要条件进行检测，并将诊断结果和状态信息上传至外部系统。根据严重程度，诊断状态可以划分为：良好（Good），需要维护（Maintenance Required），功能检测（Function Check），超出范围（Out Of Specification），故障（Failure）。 自诊断数据包括但不限于：闪存完整性故障、报警记录不为空、参考电压故障、驱动电流故障、关键NVM故障、温度传感器故障、压力传感器故障、行程传感器故障、校验正在进行中、压力行程控制切换激活报警

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/255122144120011203>