 上海儀器儀表行業協會

# 工业自动化仪器仪表 智能化水平评价规范

## 宣贯

# 主要内容

1

标准发布主体

2

标准制定的意义

3

标准的适用范围与相关术语

4

智能化水平量化评价的要求

5

智能化水平量化评价的方法

6

智能化水平量化评价的实施

## 标准发布主体

**团体标准：《工业自动化仪器仪表智能化水平评价规范》**

**标准号：T/SHIIA000001-2020**

**2020-02-24发布 2020-03-01实施**

**上海仪器仪表行业协会 发布**

## 标准制定的意义

随着微电子和网络通信技术的快速发展，用于工业过程测量与控制的工业自动化仪器仪表，普遍采用了微处理器技术、数字信号处理或控制技术、现场总线和工业以太网及工业无线等网络通信技术，仪器仪表的运算、控制、诊断和通信功能等也得到了很大的增强，其技术发展呈现出在数字化、网络化和智能化技术的支持下实现高可靠性、多功能和高适用性的趋势。但如何评价智能仪器仪表的智能化水平，尚无相关的国家或行业标准进行规范，不利于智能仪器仪表的市场推广及应用。

## 标准制定的意义

制定并发布标准《工业自动化仪器仪表智能化水平评价规范》，对引领国内仪器仪表厂商的产品智能化发展方向，提升国内仪器仪表的智能化水平，引导仪器仪表用户的智能化产品选型及应用，加快智能化仪器仪表的市场推广及应用有着积极而重要意义。

# 标准的适用范围与相关术语

## 1. 标准适用范围

本标准适用于工业自动化仪器仪表，包括但不限于工业过程测量和控制用的检测变送类仪表、显示控制类仪表、执行器与控制阀、控制装置、在线式分析仪器等产品的智能化水平评价。



# 标准的适用范围与相关术语

## 2. 标准中定义的相关术语

就用于工业过程测量和控制的仪器仪表而言，其主要功能一般包括测量功能（感知或传感、检测、计量等），控制功能（计算、分析、逻辑推理或判断等），执行功能（电动、气动、液动等各类执行机构的驱动等），以及数字**通信**和人机交互、故障自诊断等必要或扩展的辅助功能。因此，就功能视角而言，仪器仪表的智能化，或者说智能仪器仪表所具备的各类智能特性或智能功能，应该有助于其更好地执行**上述预期功能**，使工业过程测量和控制系统在更佳或更优状态下运行。

# 标准的适用范围与相关术语

## 2. 标准中定义的相关术语

在深入研究智能仪器仪表的测量、运算、控制、执行、**通信**、诊断等功能的基础上，本标准从产品的智能化水平评估评价的角度出发，给出了智能特性、智能化以及智能仪器仪表的定义。



# 标准的适用范围与相关术语

## 2. 标准中定义的相关术语

- 智能特性 intelligent feature

工业自动化智能仪器仪表所具有的类似人的智能行为或能力，如自适应（3.4）、自校正（3.5）、自记忆（3.6）、自诊断（3.7）、自组织（3.8）、自协调（3.9）、自推理（3.10）、自决策（3.11）、自学习（3.12）等。

# 标准的适用范围与相关术语

## 2. 标准中定义的相关术语

- 智能化 intelligentialize

使对象具备自适应、自校正、自记忆、自诊断、自组织、自协调、自推理、自决策、自学习等智能特性，并有效执行预期功能而进行的工作。

- 智能仪器仪表 intelligent instrumentation

采用一种或多种智能化技术，具有一种或多种智能特性，能够实现工业过程测量与控制领域相关预期功能的仪器仪表。

# 标准的适用范围与相关术语

## 2. 标准中定义的相关术语

自适应 self-adapting

对象自动修正自身特性，以适应系统动态特性和工作环境的变化或扰动的能力。

注：特指智能仪器仪表的测量、控制、执行或通信等功能具备的自适应能力，如过程变量的温度或压力补偿算法、自适应控制算法、参数自整定/预整定PID算法、模糊控制算法、通信波特率自适应等。

# 标准的适用范围与相关术语

## 2. 标准中定义的相关术语

- 自校正 self-adjusting

对象自动校准零点、量程或其他设计参数的能力。

注：特指智能仪器仪表的测量或执行等功能具备的自校正能力，如过程变量测量的零点或量程自校准、非线性校正等。

# 标准的适用范围与相关术语

## 2. 标准中定义的相关术语

- 自记忆 self-memorizing

对象自动记录过程变量、运行数据、故障诊断数据与报警等数据或其他设计参数的能力。

注：特指智能仪器仪表的测量、控制、执行等功能具备的自记忆能力，如过程变量的自动记录和追忆功能、故障诊断与报警的自动记录、阀门或电机电动作次数和力矩的自动记录等。

# 标准的适用范围与相关术语

## 2. 标准中定义的相关术语

- 自诊断 self-diagnosing

对象自动进行故障检测和故障定位，并自动判断自身故障状态的能力。

注：特指智能仪器仪表的测量、控制、执行或通信等功能具备的故障自诊断能力，如电源电路、信号调理和模/数转换电路、驱动电路等硬件故障的自诊断，微处理器内存或寄存器的软件自诊断，以及基于统计数据的过程状态监视与故障诊断等。



# 标准的适用范围与相关术语

## 2. 标准中定义的相关术语

- 自组织 self-organizing

对象在配置或工作过程中，自动调整自身设计参数或结构，演化形成新的结构和功能，以适应系统动态特性变化的能力。

注：特指智能仪器仪表的测量、控制、执行或通信等功能具备的自组织能力，如无线网络结构的自组织等。

# 标准的适用范围与相关术语

## 2. 标准中定义的相关术语

- 自协调 self-coordinating

对象在工作过程中，与系统中其他对象自动相互配合的能力。

注：特指智能仪器仪表的测量、控制、执行或通信等功能具备的自协调能力，如智能仪器仪表通过现场总线、工业以太网或工业无线通信等互连互通能力，协同系统完成预期功能等。

# 标准的适用范围与相关术语

## 2. 标准中定义的相关术语

- 自推理 self-infering

对象根据过程变量、运行数据、故障诊断等数据或实际工况自动做出推测或推断的能力。

注：特指智能仪器仪表的测量、控制、执行或通信等功能具备的自推理能力，如专家控制算法、模糊控制算法、阀门或执行机构的预测性维护功能、基于统计数据的过程状态监测功能等。

# 标准的适用范围与相关术语

## 2. 标准中定义的相关术语

- 自决策 self-decising

对象在非结构化环境下根据一定的控制策略自我决策并执行预期功能的能力。

注：特指智能仪器仪表的测量、控制、执行或通信等功能具备的自决策能力。

# 标准的适用范围与相关术语

## 2. 标准中定义的相关术语

- 自学习 self-learning

对象在训练或工作过程中，不断自动积累经验，通过自动调整系统结构或参数，改善预期功能执行效果的能力。

注：特指智能仪器仪表的测量、控制、执行或通信等功能具备的自学习能力，如神经网络算法、进化计算等自学习或深度自学习算法的应用。

# 智能化水平量化评价的要求

## 1. 智能化水平量化评价的基础

本标准基于现有的技术水平和应用现状，针对智能仪器仪表可评价的智能特性和功能的范围界定，着眼于**能力属性**和**功能维度**的划分，作为本标准形成智能化水平量化分级评价的基础。



# 智能化水平量化评价的要求

## 1. 智能化水平量化评价的基础

就智能特性的能力属性而言，包括自适应、自校正、自记忆、自诊断、自组织、自协调、自推理、自决策、自学习等广义上的能力属性。一个智能功能的实现可能涵盖了一种或多种智能行为或能力，而一种智能行为或能力也可能用于不同智能功能的实现。就智能特性的功能维度而言，本标准规定了六个功能维度：感知与记忆、监视与诊断、适应与优化、互联与集成、交互与协同、数据与信息服务，基于上述六个功能维度，细化智能特性能力属性，开展智能化水平的量化分级评价。

# 智能化水平量化评价的要求

## 2. 评价水平的等级划分

本标准的智能化水平采用五级评价等级，其中一级为最低，五级为最高。标准规定了智能化水平的各等级的基本要求。

# 智能化水平量化评价的要求

## 3. 各级智能化水平等级评价的要求

### 1) 各等级评价的基本要求

涵盖智能仪器仪表所具有总体功能，基本包含测量、运算、控制、执行、**通信**、诊断等六大功能功能，但不同种类的仪器仪表仅包含其中的部分功能，需确定哪项基本功能作智能化水平的基本要求。

# 智能化水平量化评价的要求

## a) 各等级评价的最基本要求

纵观国内外各种智能仪器仪表，通信功能已作为必须具有的基本功能。例如：等同采用IEC 60770-3的国家标准GB/T 17614.3，从智能变送器性能评定方法的角度，给出了智能变送器的定义，即“具有与外部系统和操作人员双向通信手段，用于发送测量或状态信息、接受和处理外部命令的变送器”，该定义规定了双向通信能力是智能变送器的基础。

因此，本标准以是否具有通信能力作为智能化水平量化评价的最基本要求。

# 智能化水平量化评价的要求

## b) 各等级评价的基本要求

表1规定了智能化水平的各等级的基本要求，智能化水平三级以上，除了满足二级应具备的基本要求，还结合国内外目前的技术现状和发展趋势，规定了一些典型的智能特性或功能作为应满足的基本要求。

# 智能化水平量化评价的要求

## b) 各等级评价的基本要求

表1 智能化水平各等级的基本要求

序号	智能化水平等级	基本要求		评价要求
		智能特性或功能	对应的功能维度	
1	一级	支持基于手持式操作器的单机通信功能	交互与协同	至少应满足其中一项要求。
		支持私有协议的网络通信功能	互联与集成	
2	二级	支持基于现场总线和工业以太网的通信功能	互联与集成	至少应满足其中一项要求。
		支持符合工业无线协议的无线通信功能	互联与集成	
3	三级	支持故障自诊断或状态监视功能	监测与诊断	至少应满足其中一项要求，且应满足二级基本要求。
		支持误使用容错功能或措施	监测与诊断	



# 智能化水平量化评价的要求

## b) 各等级评价的基本要求

表1 (续)

序号	智能化水平等级	基本要求		评价要求
		智能特性或功能	对应的功能维度	
4	四级	具有集成多变量/多功能的高适用性	感知与记忆	至少应满足其中一项要求，且应满足二级基本要求。
		支持基于OPC UA的数据与信息服务	数据与信息 服务	
5	五级	支持基于统计的过程状态监测与诊断	监测与诊断	至少应满足其中一项要求，且应满足二级基本要求。
		支持基于大数据或人工智能的优化算法	适应与优化	

# 智能化水平量化评价的要求

## 2) 各等级量化评价综合要求

本标准附录A规定了等级量化评价的要求。仪器仪表在满足某一基本等级要求的前提下，按附录A的规定，从六类智能特性功能维度细化地评价智能特性或功能，并按表2对智能化水平等级打分，以确定是否达到该等级智能化水平的要求。

# 智能化水平量化评价的要求

## 2) 各等级量化评价综合要求

表2 智能化水平等级评价综合得分计算方法

必备前提条件	智能特性功能维度	单类得分小计	综合得分合计
经定量试验或定性评估, 认定满足X等级的基本要求。	感知与记忆	≤100	1、合计综合得分≥200, 满足智能化水平X级。 2、合计综合得分<200, 不予评定智能化水平X级。
	互联与集成	≤100	
	交互与协同	≤100	
	监测与诊断	≤100	
	适应与优化	≤100	
	数据与信息 服务	≤100	

# 智能化水平量化评价的要求

## 附录A 智能特性清单及量化评价得分表

序号	智能特性功能维度	智能特性能力属性	智能特性或功能（评分项）	试验得分	评估得分	单类合计
1	感知与记忆	自校正	1.1 被测变量的自动非线性校正功能	20	16	单类合计得分最高不超过100分
		自记忆	1.2 被测变量的自动存储及追忆功能	20	16	
		自记忆	1.3 运行参数或状态的自动存储及追忆功能	20	16	
		自记忆、自适应	1.4 运行参数或设计参数的批处理功能	40	24	
		自校正、自适应	1.5 被测变量的自动补偿计算功能	40	24	
		自适应、自协调	1.6 多变量测量及融合边缘计算功能	80	64	
		除上述评分项外，允许制造商提出一项或多项相关其他智能特性/功能，单项最高试验得分不超过20分。			20	

# 智能化水平量化评价的要求

## 附录A 续

序号	智能特性功能维度	智能特性能力属性	智能特性或功能（评分项）	试验得分	评估得分	单类合计
2	互 联与集 成	自协调	2.1 支持私有协议的数字通信功能	20	16	单 类 合 计 得 分 最 高 不 超 过 100分
		自协调	2.2 支持符合HART协议的半数字化通信功能	20	16	
		自协调、自适应	2.3 支持一种符合IEC61158协议的有线全数字通信功能 <sup>a</sup>	40	32	
		自协调、自适应	2.4 支持一种符合EDDL、FDT或FDI规范的设备管理功能 <sup>a</sup>	40	32	
		自协调、自组织	2.5 支持一种符合工业无线协议的无线通信功能 <sup>a</sup>	40	32	
		自协调、自组织、自诊断	2.6 支持一种通信冗余或功能安全通信协议 <sup>a</sup>	60	48	
		除上述评分项外，允许制造商提出一项或多项相关其他智能特性/功能，单项最高试验得分不超过20分。			20	



# 智能化水平量化评价的要求

附录A 续

序号	智能特性功能维度	智能特性能力属性	智能特性或功能（评分项）	试验得分	评估得分	单类合计
3	交互与协同	自协调	3.1 支持基于手持式操作器的单机通信功能	20	16	单类合计得分最高不超过100分
		自协调	3.2 支持基于GPRS、4G或5G等移动互联技术的数据远传功能	40	32	
		自协调、自记忆	3.3 支持基于工业APP的设备配置或管理功能	40	32	
		自协调、自记忆	3.4 支持基于云技术的远程设备配置或管理功能	60	48	
		自协调、自记忆、自诊断	3.5 支持基于云和工业APP的远程设备配置、诊断或管理等功能	100	80	
		除上述评分项外，允许制造商提出一项或多项相关其他智能特性/功能，单项最高试验得分不超过20分。			20	



# 智能化水平量化评价的要求

## 附录A 续

序号	智能特性功能维度	智能特性能力属性	智能特性或功能（评分项）	试验得分	评估得分	单类合计
4	监测与诊断	自诊断	4.1 支持3项及以上关键硬件电路的故障自诊断功能	20	16	单类合计得分最高不超过100分
		自诊断	4.2 支持输入或输出电气回路的故障诊断功能	20	16	
		自诊断、自协调	4.3 支持3项及以上误使用容错功能或措施	60	32	
		自诊断、自推理	4.4 符合IEC61508功能安全标准SIL2要求 <sup>b</sup>	60	32	
		自诊断、自推理	4.5 符合IEC61508功能安全标准SIL2（SC3）要求 <sup>b</sup>	80	64	
		自诊断、自推理	4.6 符合IEC61508功能安全标准SIL3要求 <sup>b</sup>	100	80	
		自诊断、自推理、自协调	4.7 基于统计的过程状态监测与过程诊断功能	100	80	
		除上述评分项外，允许制造商提出一项或多项相关其他智能特性/功能，单项最高试验得分不超过20分。			20	

# 智能化水平量化评价的要求

附录A 续

序号	智能特性功能维度	智能特性能力属性	智能特性或功能（评分项）	试验得分	评估得分	单类合计
5	适应与优化	自推理	5.1 支持PID控制算法参数的自动预整定	20	16	单类合计得分最高不超过100分
		自推理、自适应	5.2 支持PID控制算法参数的在线自整定	40	32	
		自推理、自适应	5.3 支持模糊控制或专家控制算法	60	48	
		自适应、自决策	5.4 支持基于预测控制的优化算法	60	48	
		自学习、自决策	5.5 支持基于神经网络、进化计算等的优化算法	80	64	
		自组织、自学习、自决策	5.6 支持基于大数据和人工智能的优化算法	100	80	
		除上述评分项外，允许制造商提出一项或多项相关其他智能特性/功能，单项最高试验得分不超过20分。			20	

# 智能化水平量化评价的要求

附录A 续

序号	智能特性功能维度	智能特性能力属性	智能特性或功能（评分项）	试验得分	评估得分	单类合计
6	数据与信息服务	自记忆	6.1 具有结构化实时数据库功能	20	16	单类合计得分最高不超过100分
		自协调、自适应	6.2 具有访问控制等信息安全相关的措施和功能。	40	32	
		自协调、自适应	6.3 符合信息安全等级SL2及以上的要求。	60	48	
		自组织、自协调	6.4 支持基于OPC UA的数据和信息服务	80	64	
		自协调、自适应、自诊断	6.5 具有融合信息安全和功能安全的能力	80	64	
		除上述评分项外，允许制造商提出一项或多项相关其他智能特性/功能，单项最高试验得分不超过20分。			20	

# 智能化水平量化评价的要求

附录A 续

序号	智能特性功能维度	智能特性能力属性	智能特性或功能（评分项）	试验得分	评估得分	单类合计
<p>a 2.3、2.4、2.5、2.6为每一种协议或功能规定了得分值，当支持多种协议或功能时，可同时列为评分项进行评分。</p> <p>b 功能安全SIL认证相关的4.4、4.5和4.6，只能择其中一项，且不得再重复将4.1和4.2列为评分项。</p> <p>c 信息安全相关的6.2和6.3，只能择其中一项。</p>						

# 智能化水平量化评价的方法

## 1. 智能化水平量化评价的机构

本标准要求由除设计/制造商（卖方）、买方或使用方外的第三方检测机构进行评价。第三方检测机构由上海仪器仪表行业协会指定。

# 智能化水平量化评价的方法

## 2. 智能化水平量化评价的方法

- 1) 试验方法：适用于完全可通过客观试验的定量或定性结果进行评价的智能特性或功能。
- 2) 评估方法：适用于全部或部分无法进行客观试验并取得定量或定性结果，需全部或部分结合模拟、仿真或主观评价结果才能进行评价的智能特性或功能。



# 智能化水平量化评价的方法

## 2. 智能化水平量化评价的方法

3) 第三方检测报告认可引用：此方法为试验方法或评估方法的补充。

设计/制造商可提供独立机构或第三方检测机构出具的全性能试验报告、型式试验报告、专业试验及评估报告、专业认证或认可证书等相关技术资料，在标准的试验和评估机构认可引用后，则可简化相应智能特性的试验和评估，直接引用第三方检测报告的结果或数据进行评定，并在试验和评估报告中说明。例如：经权威机构出具的HART协议认证、FF协议认证等，可直接替代试验。

# 智能化水平量化评价的实施

## 1. 送检样品及相关技术资料的要求

- a) 试验样品：至少一件（或台、套）以上，建议提供三件（或台、套）；
- b) 产品标准或技术规范；
- c) 使用说明书或使用手册；
- d) 智能化水平评价申请，参见附录B；
- e) 智能特性说明书，参见附录C；
- f) 可选的其他技术资料。

# 智能化水平量化评价的实施

## 2. 制定试验大纲

### 1) 试验大纲的内容

- a) 采用试验方法验证的智能特性项目，对应项目的试验程序和试验方法；
- b) 采用评估方法验证的智能特性项目，对应项目的评估程序和评估方法；
- c) 拟接受第三方检测报告认可的智能特性项目，分别确定各项智能特性按试验类还是评估类评分，并给出分值。

# 智能化水平量化评价的实施

## 2. 制定试验大纲

### 2) 试验大纲制定的原则

由于不合适规定一套各种智能仪表通用的试验程序和试验方法来进行智能特性或功能的评价，因此当试验和评估机构有要求时，设计/制造商应配合提供详细的技术资料或试验方法等，共同根据本标准制定试验大纲，并协助试验和评估机构开展智能特性的验证试验。

# 智能化水平量化评价的实施

## 2. 制定试验大纲

### 2) 试验大纲制定的原则

根据本标准制定的试验大纲，应征得试验和评估机构、设计/制造商，以及可能的买方或使用方等其他相关方的同意。如果相关各方对试验大纲存在不同意见，应依据协商一致的原则修改试验大纲。

试验大纲是整个评估过程有效性的基础，本标准鼓励尽可能多的采用试验方法，同时鼓励评估过程中也尽可能多的采用计算机仿真验证方法。

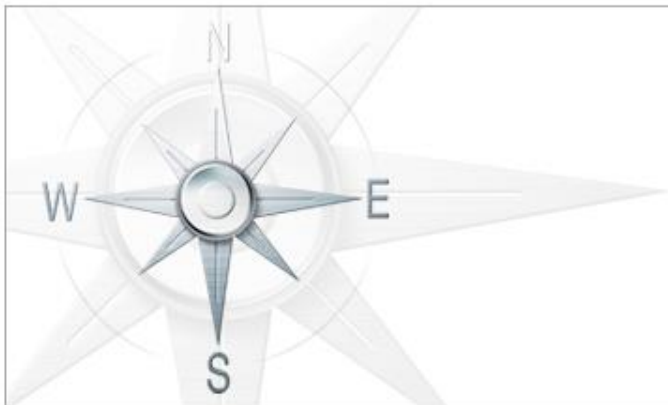
### 3. 试验的实施



依据申请试验产品申报的智能特性（见标准附录 A），在GB/T 18271.1-2017的规定的参比环境条件下，根据试验大纲规定的试验程序和试验方法，逐项进行试验，并根据评分规则打分。

根据试验大纲规定的评估程序和评估方法，逐项进行评估，并根据评分规则打分。

试验和评估结束后，应按GB/T 18271.4-2017的规定编写智能化水平评价报告。





  上海儀器儀表行業協會

**Thank You !**