

ICS 号: 03.120.99
中国标准文献分类号: N00/09

团 体 标 准

T/SHIIA000001-2020

工业自动化仪器仪表智能化水平评价规范
Evaluation specification for industrial automation
instrument intelligent level

2020-02-24 发布

2020-03-01 实施

上海仪器仪表行业协会 发布



2002278053658

前 言

本标准按GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由上海仪器仪表行业协会提出并归口。

本标准起草单位：上海自动化仪表有限公司、上海亚泰仪表有限公司、上海辰竹仪表有限公司、上海仪电科学仪器股份有限公司、上海横河电机有限公司、上海威尔泰仪器仪表有限公司、上海一诺仪表有限公司、上海大学。

本标准主要起草人：包伟华、王健安、陈出新、金春法、赵志良、石明、王海宽、余奎、倪敏、杨金良、钮松年、徐玮。

引 言

用于工业过程测量与控制的工业自动化仪器仪表，普遍采用了计算机或微处理器技术、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，且或多或少都具备了一些智能特性或智能功能，因此，通常被称为智能仪器仪表。

智能仪器仪表的主要功能，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。智能仪器仪表所具有的各类智能特性均通过上述功能得以体现，并且应有助于更好地执行上述预期功能，提供更多的高质量服务，使工业过程系统在更佳或更优状态下运行。

由于智能仪器仪表功能的多样性和复杂性，人们通常采用试错法学习其使用方法，因此需要具有足够的容错能力。不同的智能仪器仪表由于所具有的智能特性的种类或数量不同，智能化水平存在较大差异。本标准主要致力于构建一种智能仪器仪表的智能化水平评价方法，考虑到智能仪器仪表的多样性和复杂性，本标准仅评价与应用相关或向用户开放的智能特性，不考虑制造商自用或不向用户开放的智能特性。

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或功能的范围界定，着眼于能力属性和功能维度的划分，这三方面是本标准形成智能化水平量化分级评价的基础。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、自学习等广义上的智能行为或能力。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，并基于上述六个功能维度，细化智能特性或功能，开展智能化水平的量化分级评价。

工业自动化仪器仪表智能化水平评价规范

1 范围

本标准规定了工业自动化仪器仪表智能化水平分级评价的术语和定义、技术要求、试验与评估方法、评价报告和评价示例。

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。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 18271.1-2017 过程测量和控制装置 通用性能评定方法和程序 第1部分：总则（IEC 61298-1:2008, IDT）

GB/T 18271.4-2017 过程测量和控制装置 通用性能评定方法和程序 第4部分：评定报告的内容（IEC 61298-4:2008, IDT）

GB/T 36414-2018 工业过程测量和控制 仪表容错性能技术规范

IEC 61158（所有部分）工业通信网络 现场总线规范（Industrial communication networks - Fieldbus specifications）

IEC 61508（所有部分）电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全（Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems）

IEC 61784（所有部分）工业通信网络 行规（Industrial communication networks - profile）

3 术语和定义

GB/T 18271.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

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。

3.2

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。

3.3

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。

3.4**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。

3.5**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。

3.6**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、阀门或电机电作次数和力矩的自动记录等。

3.7**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。

3.8**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。

3.9**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。

3.10

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。

3.11

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。

3.12

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学习算法的应用。

4 技术要求

4.1 总则

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。并且根据智能仪器仪表技术与应用现状及发展趋势，规定了各等级应具备的一项或二项智能特性或功能，且应通过试验或评估方法来评定是否满足基本要求。

若样品满足所申请的某等级的评级基本要求，则应根据六个智能特性功能维度，细化智能特性或功能，开展试验与评估，当各项智能特性的量化评价综合得分不小于200分时，认定智能化水平达到该等级要求。

若样品未能满足所申请等级的评级基本要求，则不开展该等级的智能化水平评价与评定工作。若需要降低一等级进行评价，由评价的委托方重新提出申请。

4.2 基本要求

表1规定了智能化水平的各等级的基本要求，其中三级及更高等级还应同时满足二级的基本要求，是否满足各等级的基本要求，由试验或评估的方法确定，试验或评估结果以“满足”或“不满足”表达。试验或评估方法见第5章。

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	

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	
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	
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	

4.3 量化评价要求

量化评价应按附录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。

考虑不同类型的智能产品其功能及智能特性差异较大，本标准规定单类功能维度的各项智能特性的合计分值超过100分时，记作100+，在之后综合得分合计时取值100分；因此需要进行2类以上功能维度智能特性的量化评价，才能满足相应智能化水平各等级量化评价的要求。

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	

基于当前的技术及应用现状，附录A为每类功能维度给出了多个典型的智能特性或功能，并依据该智能特性或功能所具有的能力属性，规定了在试验或评估情况下的最高分值。

考虑智能化技术及应用的快速发展，以及各类型智能仪器仪表的智能特性或智能功能差异较大的现状，除附录A规定的智能特性或功能外，允许设计/制造商提出其他的智能特性或功能，但规定单项智能特性或功能的最高试验得分不超过20分。

5 试验与评估方法

5.1 总则

智能化水平评价可由设计/制造商、第三方、买方或使用方中的任何一方独立或多方合作进行，标准要求由第三方检测机构进行评价。考虑部分智能特性或功能在实际应用中验证的效果更佳，本标准鼓励由设计/制造商、第三方和买方或使用方等多方合作进行智能化水平评价。

智能特性或功能的评价包括以下两种方法：

- a) 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；
- b) 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。

5.2 样品要求

选择样品的准则及抽样方案由制造商自行确定。当买方或使用方对送检样品的选择有特殊约定时，应由设计/制造商与买方或使用方协商一致确定。

送检样品及相关技术资料的具体要求如下：

- 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。

5.3 第三方检测报告认可引用

本标准仅限于工业自动化仪器仪表智能化水平的分级评价，不能替代证明产品设计是否符合相关标准或规范的型式试验、全性能试验或专业试验与评估。

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，并在申请书中详细说明依据本标准的试验与评估项目与第三方检测报告的对应关系。如本标准的试验和评估机构认可引用，则可简化试验和评估，直接引用第三方检测报告的结果或数据进行评定，但该情况应在试验和评估报告中说明。

5.4 制订试验大纲

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是不合适的，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。

试验大纲针对申请评价的智能仪表产品制订，包括以下内容：

- 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，对应项目的报告要点；根据报告内容，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。

试验大纲确定的试验程序和试验方法，应具有再现性，即不同时间和地点、由不同的操作人员在同一类型的不同样品上进行的试验，取得的结果应具有协调性。试验程序和试验方法应对各项智能特性的评分方法做出规定（见表A.1 试验得分列）。

考虑到某些智能特性或功能难以通过外部试验的方法进行验证，或者试验经济（或时间）成本太高，可采取结合分析、仿真、评价等手段进行带有主观因素的评估方法。同时为尽可能避免主观因素影响，对于特定智能特性或功能的评估，本标准鼓励仅对试验验证难以实施的智能特性采用评估方法。

试验和评估机构应根据设计/制造商提供的技术资料，在充分分析智能特性或功能的基础上，识别智能特性或功能的各个要素，根据各要素的可试验性及难易程度，确定是否可采取试验验证；对难以采取试验方法验证的智能特性，应制订与智能特性相适应的评估程序和评估方法。评估程序和评估方法应对各项智能特性的评分方法做出规定（见表A.1 评估得分列）。

除试验和评估所需的技术资料外，无论试验和评估机构是否提出要求，本标准均鼓励设计/制造商提出各项智能特性或功能的综合的试验和评估方案。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。考虑进行计算机仿真验证可能需要更多的技术资料，设计/制造商可提供设计阶段完成的计算机仿真过程及验证报告，本标准鼓励设计/制造商提供独立第三方（如高等院校、研究所等）的计算机仿真验证报告。

5.5 试验方法

依据申请试验产品申报的智能特性（见附录 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。

5.6 评估方法

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。考虑评估过程和评估结果的有效性易受各方面因素的制约和影响，设计/制造商、检验和评估机构以及可能的买方或使用方对评估结果达成统一意见时，评估报告应反映该统一意见，并根据该意见给出评定结果（即确定综合得分并评定智能化水平等级）是检验和评估机构的责任；如各方的意见不统一，则评估报告应如实记录各方的意见，由报告的使用者自行做出判断，在该情况下，检验和评估机构可根据自己的判断给出评估结果，或根据各方评分的平均值给出该智能特性的评估结果。

6 评价报告

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。

评价报告发布后，试验和评估机构应保存试验与评估有关的所有原始文件不少于两年。

7 评价示例

附录D给出了工业自动化仪器仪表智能化水平的评价示例。

附录 A

(规范性附录)

智能特性清单及量化评价得分

表A.1给出了本标准规定的六类功能维度对应的智能特性或功能清单及在试验或评估条件下的量化评价得分。进行试验的项目不再进行评估。评价时，分别记录每一功能维度的试验得分、评估得分和累计得分。某功能维度累计得分超过100分时，记作100+分。

表A.1 智能特性清单及量化评价得分

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	16	
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 ^a	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 ^a	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 ^a	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 ^a	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	16	
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	16	

表 A.1 (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 ^b	60	32	
		自诊断、自推理	4.5 符合IEC61508功能安全标准SIL2 (SC3) 要求 ^b	80	64	
		自诊断、自推理	4.6 符合IEC61508功能安全标准SIL3要求 ^b	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	
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	
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 ^c	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 ^c	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	
^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。 ^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。 ^c 信息安全相关的6.2和6.3, 只能择其中一项。						

附 录 B
(资料性附录)
智能化水平评价申请

智能化水平评价申请所需信息见表B.1。

表 B.1 智能化水平评价申请表

申请人	申请人名称			
	申请人地址、邮编			
	组织机构代码		联系人	
	电话		传真	
	电子邮件		移动电话	
制造商	制造商名称			
	制造商地址、邮编			
	联系人		电话	
	传真		电子邮件	
	移动电话			
产品名称				
产品类别				
产品商标				
品牌				
型号和规格				
评价等级				
产品评价依据				
申请评价的产品 是否有测试证书	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否		
所附文件清单				
备注				

附 录 C
(资料性附录)
智能特性说明书

C.1 样品具备的智能特性或功能

样品具备的智能特性或功能见表C.1。

表 C.1 样品智能特性

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	评价选择 (试验/评估)
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	
		自校正、自适应	1.2 被测变量的自动存储及追忆功能	
		自适应、自协调	1.3 运行参数或状态的自动存储及追忆功能	
		自记忆	1.4 运行参数或设计参数的批处理功能	
		自记忆	1.5 被测变量的自动补偿计算功能	
		自记忆、自适应	1.6 多变量测量及融合边缘计算功能	
		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。		
2	互联与集成	自协调	2.1 支持私有协议的数字通信功能	
		自协调	2.2 支持符合HART协议的半数字化通信功能	
		自协调、自适应	2.3 支持一种符合IEC61158协议有线全数字通信功能	
		自协调、自适应	2.4 支持一种符合EDDL、FDT或FDI规范设备管理功能	
		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	
		自协调、自诊断	2.6 支持一种通信冗余或功能安全通信协议	
		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。		
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	
		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	
		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	
		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	
		自协调、自记忆、自诊断	3.5 支持基于云和工业APP的远程设备配置或管理等 功能	
		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。		
4	监测与诊断	自诊断	4.1 支持3项以上关键硬件电路的故障自诊断功能	
		自诊断	4.2 支持输入或输出电气回路的故障诊断功能	
		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	
		自诊断、自推理	4.4 符合IEC61508功能安全标准SIL2要求	
		自诊断、自推理	4.5 符合IEC61508功能安全标准SIL2 (SC3) 要求	
		自诊断、自推理	4.6 符合IEC61508功能安全标准SIL3要求	
		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	
		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。		

表 C.1 (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	评价选择 (试验/评估)
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	
		自推理、自适应	5.2 支持PID控制算法参数的在线自整定	
		自推理、自适应	5.3 支持模糊控制或专家控制算法	
		自适应、自决策	5.4 支持基于预测控制的优化算法	
		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	
		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	
		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。		
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	
		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	
		自协调、自适应	6.3 符合信息安全等级SL2及以上的要求	
		自组织、自协调	6.4 支持基于OPC UA的数据和信息服务	
		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	
		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。		

C.2 样品能体现智能特性或功能的原理

描述表C.1中勾选的能体现智能特性或功能的原理说明。

C.3 样品能体现智能特性或功能的试验方法

描述表C.1中勾选的实现该智能特性所采用的智能化技术相应的试验和评估方法,包括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及证书、专业认证或认可报告及证书等。

注:提供相关试验、检测、评估、认证、认可等结果报告或证书,有助于简化基于本标准的试验与评估。如第三方认证机构的功能安全认证证书、信息安全认证证书、现场总线通信认证证书等。

C.4 样品能体现智能特性或功能的结构框图

描述表C.1中勾选的实现该智能特性所采用的智能化技术结构框图。

C.5 样品能体现智能特性或功能的流程图

描述表C.1中勾选的实现该智能特性所采用的智能化技术流程图。

附 录 D
(资料性附录)
智能化水平评价示例

D.1 智能压力/差压变送器示例一

D.1.1 示例一评分表

本示例压力/差压变送器具有数字显示及非侵入式操作功能和支持HART协议或私有协议通信功能，符合智能化水平等级一级基本要求。

示例一评分见表D.1。

表D.1 示例一评分表

智能特性 功能维度	智能特性 能力属性	智能特性或功能	评价选择	得分	单类合计
感知与记忆	自校正	1.1 被测变量的自动非线性校正功能	试验	20	80
	自校正、自适应	1.2 被测变量的自动存储及追忆功能	试验	20	
	自记忆	1.5 被测变量的自动补偿计算功能	试验	40	
互联与集成	自协调	2.2 支持符合HART协议的半数字化通信功能	试验	20	20
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	试验	20	60
	自协调	3.3 支持基于工业APP的设备配置或管理功能	试验	40	
监测与诊断	自诊断	4.1 支持3项以上关键硬件电路的故障自诊断功能	试验	20	20
数据与信息 服务	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	评估	32	32

D.1.2 示例一评价总结

本示例压力/差压变送器按表2规定合计综合得分212分，评价为一级。

D.2 具有功能安全特性的智能压力/差压变送器示例二

D.2.1 示例二评分表

本示例压力/差压变送器具有信息安全相关的措施或功能，符合智能化水平等级三级基本要求。

示例二评分见表D.2。

表D.2 示例二评分表

智能特性 功能维度	智能特性 能力属性	智能特性或功能	评价选择	得分	单类得分
感知与记忆	自校正	1.1 被测变量的自动非线性校正功能	试验	20	80
	自校正、自适应	1.2 被测变量的自动存储及追忆功能	试验	20	
	自记忆	1.5 被测变量的自动补偿计算功能	试验	40	
互联与集成	自协调、自适应	2.3支持一种符合IEC61158协议的全数字通信功能	试验	40	40

表 D. 2 (续)

智能特性 功能维度	智能特性 能力属性	智能特性或功能	评价选择	得分	单类得分
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	试验	20	60
	自协调	3.3 支持基于工业APP的设备配置或管理功能	试验	40	
监测与诊断	自诊断	4.1 支持3项以上关键硬件电路的故障自诊断功能	试验	20	100
	自诊断	4.2 支持输入或输出电气回路的故障诊断功能	试验	20	
	自诊断、自推理	4.3 符合IEC61508功能安全标准SIL2要求	试验	60	
数据与信息 服务	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	评估	32	32

D. 2. 2 示例二评价总结

本示例压力/差压变送器按表2规定合计综合得分312分，评价为三级。

D. 3 具有 OPC UA 特性的智能压力/差压变送器示例三

D. 3. 1 示例三评分表

本示例压力/差压变送器具有支持基于OPC UA的数据与信息服务，符合智能化水平等级四级基本要求。

示例三评分见表D. 3。

表D. 3 示例三评分表

智能特性 功能维度	智能特性 能力属性	智能特性/功能	评价选择	得分	单类得分
感知与记忆	自校正	1.1 被测变量的自动非线性校正功能	试验	20	80
	自校正、自适应	1.2 被测变量的自动存储及追忆功能	试验	20	
	自记忆	1.5 被测变量的自动补偿计算功能	试验	40	
互联与集成	自协调、自适应	2.3 支持一种符合IEC61158协议的全数字通信功能	试验	40	80
	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	试验	40	
监测与诊断	自诊断	4.1 支持3项以上关键硬件电路的故障自诊断功能	试验	20	20
数据与信息 服务	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	评估	32	100+ ^a
	自组织、自协调	6.4 支持基于OPC UA的数据和信息服务	试验	80	

^a 单个功能维度累计得分大于100分时按100分计。

D. 3. 2 示例三评价总结

本示例压力/差压变送器按表2规定合计综合得分280分，评价为四级。