

中华人民共和国国家标准

GB/T 42567.1—2023/IEC 62828-1:2017

工业过程测量变送器试验的参比条件和程序 第1部分：所有类型变送器的通用程序

Reference conditions and procedures for testing industrial and process
measurement transmitters—

Part 1: General procedures for all types of transmitters

(IEC 62828-1:2017, IDT)

2023-05-23 发布

2023-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 VII

引言 IX

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语、定义和缩略语..... 4

 3.1 术语和定义 4

 3.1.1 与准确度相关的术语 5

 3.1.2 与不确定度相关的术语 8

 3.1.3 与工作和实际安装相关的术语 9

 3.1.4 与试验程序相关的术语 10

 3.2 缩略语 11

 3.3 通用数据字典(CDD)的引用 11

4 变送器概述..... 11

5 参比试验条件..... 12

 5.1 概述 12

 5.2 标准参比试验条件 12

 5.2.1 概述 12

 5.2.2 环境试验条件 12

 5.2.3 供电条件 13

 5.2.4 负载条件..... 13

 5.2.5 安装位置 13

 5.3 环境和过程影响量影响的参比试验条件 13

 5.3.1 概述 13

 5.3.2 过程条件 13

 5.3.3 环境大气条件 13

 5.3.4 机械振动 14

 5.3.5 冲击、跌落和倾倒 15

 5.3.6 电源 15

 5.3.7 电磁兼容性(EMC) 15

 5.4 参考设计准则 15

 5.4.1 概述 15

 5.4.2 固体、液体(IP)和冲击(IK)的外壳防护 15

 5.4.3 腐蚀和侵蚀影响的外壳防护 16

5.4.4	电气安全(绝缘电阻、介电强度)	16
5.4.5	危险环境(用于爆炸环境)	16
5.4.6	功能安全	16
6	试验程序	16
6.1	通则	16
6.1.1	概述	16
6.1.2	试验的分类	16
6.1.3	试验准备	17
6.1.4	预评估	18
6.2	标准参比试验条件下的型式试验	24
6.2.1	通则	24
6.2.2	准确度和相关因素	24
6.2.3	静态特性	28
6.2.4	动态特性	30
6.3	参比试验条件下的型式试验	34
6.3.1	通则	34
6.3.2	环境温度影响	34
6.3.3	相对湿度影响	35
6.3.4	振动影响	35
6.3.5	冲击、跌落及倾倒	36
6.3.6	加速寿命试验	37
6.3.7	EMC 试验	37
6.3.8	进一步的试验程序	37
6.3.9	数字变送器的附加试验	37
6.4	例行试验	39
6.5	验收、集成、周期以及维护试验	39
6.5.1	概述	39
6.5.2	定期检定	39
6.5.3	周期校准	39
7	试验报告和技术文档	40
7.1	试验报告	40
7.2	技术文档	40
7.3	总概率误差	40
附录 A (资料性)	变送器概述	41
A.1	变送器概述	41
A.2	传感器子系统	42
A.3	数据处理	43

A.4 输出子系统	43
A.5 人机界面	43
A.6 外部系统接口	43
A.7 电源组件	43
附录 B (资料性) 标准参比条件下的试验	44
附录 C (资料性) 环境和过程参比条件下影响量的试验	46
附录 D (资料性) 功能块试验	48
D.1 概述	48
D.2 一般定性检查	48
D.3 与时间相关的功能块	48
D.4 与时间无关的功能块	48
附录 E (资料性) 测量不确定度	49
E.1 确定测量不确定度的示例	49
E.2 单个数值影响测量不确定度	49
E.3 标准测量不确定度的估算(μ)	49
E.4 标准测量的不确定度的综合(μ)	49
E.5 扩展测量不确定度(U)	49
附录 F (资料性) 可靠性试验方法	50
F.1 概述	50
F.2 设计分析	50
F.3 参比条件	50
F.4 内部变送器故障的故障引入试验	51
F.5 观察	52
F.5.1 通则	52
F.5.2 故障行为的报告和定级	53
F.6 人为错误	55
F.6.1 错误操作试验	55
F.6.2 维护错误试验	55
F.6.3 期望和报告	56
附录 G (资料性) 数字变送器的吞吐量试验	57
G.1 通则	57
G.2 单独条件下的变送器吞吐量	58
G.2.1 参比条件	58
G.2.2 试验条件	58
G.2.3 观测和测量	58
G.3 现场总线配置中的吞吐量	58
G.3.1 参比条件	58

G.3.2	试验条件	59
G.3.3	观测和测量	59
G.3.4	预防措施	59
附录 H (资料性)	FAT, SAT 和 SIT	60
H.1	概述	60
H.2	工厂验收试验(FAT)(准确度测试和其他)	60
H.3	现场验收实验(SAT)(目视检查和校准试验)	60
H.4	现场集成试验(SIT)(通信的附加试验)	60
附录 I (资料性)	技术文档	61
I.1	概述	61
I.2	技术数据表	61
I.3	用户手册	64
I.4	安全手册	64
I.5	试运行、定期、维护试验	64
I.5.1	通则	64
I.5.2	存储条件	64
I.5.3	运输条件	65
I.5.4	安装位置	65
I.5.5	过程连接	65
I.5.6	机械连接	65
I.5.7	输出连接	65
I.6	欧盟符合性声明	65
I.7	应用于危险区域的证书	65
I.8	校准证书	65
I.9	备用零件清单	65
I.10	标记	66
附录 J (资料性)	总概率误差的计算	67
参考文献	68
图 1	以输出负载电阻与电源电压相关的极限工作区域示例	10
图 2	通用变送器的框图	12
图 3	与表 17 示例对应的误差曲线	26
图 4	有过冲的阶跃输入响应示例	31
图 5	无过冲的阶跃输入响应示例	31
图 6	频率响应的示例 1	32
图 7	频率响应的示例 2	33
图 8	不同补偿选项的示例图	35

图 9 IEC 61804-2 的设备兼容性等级	39
图 A.1 工业过程测量模拟变送器的原理图(示例)	41
图 A.2 工业过程测量智能变送器的原理图(示例)	42
图 F.1 工业过程测量智能变送器的原理图(示例)	51
图 F.2 低阻抗电路和共享电路的试验工具	52
图 F.3 用于故障行为报告的矩阵	53
图 F.4 各种故障模式类型的排序	55
图 G.1 单独配置中的变送器	57
图 G.2 作为现场总线安装参与者的变送器的示例	57
表 1 环境试验条件	12
表 2 常见环境温度范围	14
表 3 常见环境相对湿度范围	14
表 4 振动试验等级	14
表 5 电源的电压和频率范围	15
表 6 试验循环数量、试验点数量和试验点的示例	17
表 7 模拟设备的量程和下限值调整设置示例	17
表 8 功能评估检查表	18
表 9 可配置性评估检查表	19
表 10 硬件配置评估检查表	20
表 11 调整和调节程序评估检查表	20
表 12 可操作性评估检查表	21
表 13 可靠性评估检查表	22
表 14 制造商支持评估检查表	23
表 15 带温度补偿的单变量变送器(差压)功能列表的示例	23
表 16 带温度补偿的多变量变送器(带有压力和温度的差压)的功能列表示例	23
表 17 变送器误差表的示例	26
表 B.1 参比条件下的试验汇总	44
表 C.1 工作条件下影响量的试验汇总	46
表 I.1 一般变送器编制技术数据的示例	62

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。

本文件是 GB/T 42567《工业过程测量变送器试验的参比条件和程序》的第1部分。GB/T 42567已经发布了以下部分：

- 第1部分：所有类型变送器的通用程序；
- 第2部分：压力变送器的特定程序；
- 第3部分：温度变送器的特定程序。

本文件等同采用 IEC 62828-1:2017《工业过程测量变送器试验的参比条件和程序 第1部分：所有类型变送器的通用程序》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 修改表 17 中的明显错误：将“循环平均”列下面的“上行实际”更正为“上行平均”。

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国工业过程测量控制和自动化标准化技术委员会(SAC/TC 124)归口。

本文件起草单位：西南大学、重庆川仪自动化股份有限公司、杭州振华赛尔仪表有限公司、西安鼎正测控科技有限公司、杭州盘古自动化系统有限公司、天津市迅尔仪表科技有限公司、重庆宇通系统软件有限公司、厦门市计量检定测试院、汉威科技集团股份有限公司、上海辰竹仪表有限公司、杭州自动化技术研究院有限公司、浙江中控传感技术有限公司、西北工业大学、北京昆仑海岸科技股份有限公司、绵阳市维博电子有限责任公司、天津市亿环自动化仪表技术有限公司、深圳市尔泰科技有限公司、武汉南控仪表科技有限公司、上海铭控传感技术有限公司、深圳市特安电子有限公司、恩德斯豪斯(中国)自动化有限公司、北京机械工业自动化研究所有限公司、太仓市锅炉自动化仪表厂有限公司、陕西创威科技有限公司、南京邮电大学、沈阳中科博微科技股份有限公司、厦门宇电自动化科技有限公司、上海盖林自动化科技有限公司、厦门安东电子有限公司、安徽天康集团股份有限公司、重庆市伟岸测器制造股份有限公司、上海模数自动化系统有限公司、山东福瑞德测控系统有限公司、上海立格仪表有限公司、上海恩邦自动化仪表股份有限公司、青岛自动化仪表有限公司、南阳防爆电气研究所有限公司、安徽自动化仪表有限公司、上海凡宜科技电子有限公司、西安优控科技发展有限责任公司、丹东通博电器(集团)有限公司、西安东风机电股份有限公司、广东东崎电气有限公司、百特(福建)智能装备科技有限公司、马鞍山市奈特仪表科技有限公司、四川惠科达仪表制造有限公司、深圳市衡流科技有限公司、江苏华夏仪表有限公司、北京金立石仪表科技有限公司、重庆信安网络安全等级测评有限公司、深圳万讯自控股份有限公司、南京科达新控仪表有限公司、安徽柯尼韦尔电气有限公司、济南宁通自动化技术有限公司、咸阳坤宁微电子研究所、安徽蓝润自动化仪表有限公司、中拓合控(衢州)科技有限公司、索悟电气设备(上海)有限公司、西尼尔(南京)过程控制有限公司、西安华恒仪表制造有限公司、江元(重庆)科技集团股份有限公司、江苏华海测控技术有限公司、上海工业自动化仪表研究院有限公司、山东省计量科学研究院、罗克韦尔自动化(中国)有限公司、西门子(中国)有限公司、重庆邮电大学、江苏新晖测控科技有限公司。

本文件主要起草人：周彦晖、周雪莲、刘枫、黄云彪、邢伟积、刘应礼、杨捷、李红锁、岳周、张新国、王在旗、武传伟、陈建军、卜琰、孙建、任建新、刘伯林、郑轶群、李东、彭正红、刘忠海、郑彦哲、官荣涛、陈德龙、徐昌鸿、卿厚晏、韩立新、张友华、吴洪威、王强、金光淑、蒋艳芳、冯春林、韩恒超、肖国专、毛文章、欧文辉、王颢涵、高亮、陈文弦、张彭、杨伟山、周果、柯有玺、王圣斌、文登峰、李祖军、张岗、

周松明、蔡铁强、束高祥、蓝若灵、廖琼、孙建宇、宫晓东、张为群、袁菲、张永康、柯有昌、程相国、张咪娜、秦喜春、陈海东、张楠、许永存、贺小刚、马斌、吕海东、肖红练、张帅、高镜媚、王鹏、张焱、陆新宇、张登友、高家兴、吕静、何强、黄仁杰。

引 言

目前大多数关于工业过程测量变送器的标准都比较陈旧,并且是基于模拟变送器而制定的。同时,许多工业过程测量变送器也在不断发展,与模拟变送器有很大差异:它们通常是数字型的,在计算部分(主要是数字电子电路)和测量部分(主要是机械结构),都包括更多的功能和较新的接口。目前已存在一些过程测量数字变送器的相关标准,但仍然缺少某些性能方面的合适的试验方法。

针对工业过程测量变送器的现有试验标准是分散的文件,因此,对于制造商和用户而言,识别和选择所有用于测量特定过程量(压力、温度、流量、物位等)的变送器标准是困难的,既不实际又耗时。

为解决上述问题,以便更好地为制造商和用户所用,并为不同类型的工业过程测量变送器系统地提供全面的试验方法,GB/T 42567 拟由以下 5 个部分构成。

- 第 1 部分:所有类型变送器的通用程序。目的在于为工业过程和机械领域测量与控制系统中使用的所有类型的变送器提供试验参比条件和程序框架。
- 第 2 部分:压力变送器的特定程序。目的在于为工业过程和机械领域测量与控制系统中使用的压力变送器提供特定的试验参比条件和程序。
- 第 3 部分:温度变送器的特定程序。目的在于为工业过程和机械领域测量与控制系统中使用的温度变送器提供特定的试验参比条件和程序。
- 第 4 部分:物位变送器的特定程序。目的在于为工业过程和机械领域测量与控制系统中使用的物位变送器提供特定的试验参比条件和程序。
- 第 5 部分:流量变送器的特定程序。目的在于为工业过程和机械领域测量与控制系统中使用的流量变送器提供特定的试验参比条件和程序。

在制定 GB/T 42567 系列标准的过程中,采用了 GB/T 18271《工业过程测量和控制装置的工作条件》中的许多试验程序,并进行了必要的改进。

工业过程测量变送器试验的参比条件和程序

第 1 部分：所有类型变送器的通用程序

1 范围

本文件建立了一个通用框架,用于定义适用于工业过程和机械领域测量与控制系统中使用的所有类型的工业过程测量变送器试验的参比条件和程序。这些参比条件分为“标准参比条件”和“环境和过程参比条件”。前者用于确定测量的准确度,后者用于评估外部影响量对测量的影响。

在本文件中,模拟变送器是具有模拟电流或电压输出的过程测量变送器,与采用的技术和电路的复杂性无关。所有其他只具有数字输出或具有模拟和数字混合输出(例如 HART)的变送器都被视为数字变送器。

本文件提供变送器的通用试验程序,适用于所有类型的工业过程测量变送器。

本系列标准的其余部分给出特定类型变送器(压力、温度、物位、流量)的附加特定试验程序。

注 1: 在工业过程应用中,通常也使用术语“工业变送器”或“过程变送器”来表示过程测量变送器。

注 2: 为了简化表述,使用简称“变送器”替代“工业过程测量变送器”。

具有模拟输出的类似装置(如传感器)不在本文件范围内。

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 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)(IEC 60529:2013, IDT)

GB/T 17214.1—1998 工业过程测量和控制装置的工作条件 第 1 部分 气候条件 (IEC 60654-1:1993)

GB/T 17214.3—2000 工业过程测量和控制装置的工作条件 第 3 部分:机械影响(IEC 60654-3:1983, IDT)

GB/T 17214.4—2005 工业过程测量和控制装置的工作条件 第 4 部分:腐蚀和侵蚀影响(IEC 60654-4:1987, IDT)

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 20138—2006 电器设备外壳对外界机械碰撞的防护等级(IK 代码)(IEC 62262:2002, IDT)

GB 28526—2012 机械电气安全 安全相关电气、电子和可编程电子控制系统的功能安全(IEC 62061:2005, IDT)

ISO/IEC Guide 98-3:2008 测量不确定度 第 3 部分:测量不确定度表示指南(GUM:1995)[Uncertainty of measurement—Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)]

注：GB/T 27418—2017 测量不确定度评定和表示(ISO/IEC Guide 98-3:2008,MOD)

ISO/IEC Guide 99:2007 国际计量词汇 基本和一般概念及相关术语(VIM)[International vocabulary of metrology—Basic and general concepts and associated terms (VIM)]

IEC 60068-2-1 环境试验 第2-1部分：试验方法 试验A：低温(Environmental testing—Part 2-1: Tests—Test A: Cold)

注：GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温(IEC 60068-2-1:2007, IDT)

IEC 60068-2-2 环境试验 第2-2部分：试验方法 试验B：高温(Environmental testing—Part 2-2: Tests—Test B: Dry heat)

注：GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温(IEC 60068-2-2:2007, IDT)

IEC 60068-2-6 环境试验 第2-6部分：试验方法 试验Fc：振动(正弦)(Environmental testing—Part 2-6: Tests—Test Fc: Vibration(sinusoidal))

注：GB/T 2423.10—2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动(正弦)(IEC 60068-2-6:2007, IDT)

IEC 60068-2-27 环境试验 第2-27部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击(Environmental testing—Part 2-27: Tests—Test Ea and guidance: Shock)

注：GB/T 2423.5—2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击(IEC 60068-2-27:2008, IDT)

IEC 60068-2-31 环境试验 第2-31部分：试验 试验Ec：粗率操作造成的冲击(主要用于设备型样品)(Environmental testing—Part 2-31: Tests—Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens)

注：GB/T 2423.7—2018 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ec：粗率操作造成的冲击(主要用于设备型样品)(IEC 60068-2-31:2008, IDT)

IEC 60068-2-78 环境试验 第2-78部分：试验 试验Cab：恒定湿热试验(Environmental testing—Part 2-78: Tests—Test Cab: Damp heat, steady state)

注：GB/T 2423.3—2016 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验(IEC 60068-2-78:2012, IDT)

IEC 60079-10(所有部分) 爆炸性环境 第10部分：危险场所分类(Explosive atmospheres—Part 10: Classification of areas)

注：GB 3836.14—2014 爆炸性环境 第14部分：场所分类 爆炸性气体环境(IEC 60079-10-1:2008, IDT)

GB/T 3836.35—2021 爆炸性环境 第35部分：爆炸性粉尘环境场所分类

IEC 60721-3-1 环境条件分类 第3-1部分：环境参数组及其严酷程度分级 贮存(Classification of environment conditions—Part 3-1: Classification of groups of environment parameters and their severities—Storage)

注：GB/T 4798.1—2019 环境条件分类 环境参数组分类及其严酷程度分级 第1部分：贮存(IEC 60721-3-1:2018, IDT)

IEC 60721-3-2 环境条件分级 第3-2部分：环境参数组及其严酷程度分级 运输和搬运(Classification of environmental conditions—Part 3-2: Classification of groups of environmental parameters and their severities—Transportation and handling)

注：GB/T 4798.2—2021 环境条件分类 环境参数组分类及其严酷程度分级 第2部分：运输和装卸(IEC 60721-3-2:2018, IDT)

IEC 61010-1:2010 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求(Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use—Part 1: General requirements)

注：GB 4793.1—2007 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求(IEC 61010-1:2001, IDT)

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

注: GB/T 16657.2—2008 工业通信网络 现场总线规范 第2部分:物理层规范和服务定义(IEC 61158-2:2007,IDT)

GB/T 20540.1—2006 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型3:PROFIBUS 规范 第1部分:概述和导则(IEC 61158-1 Type 3:2003,MOD)

GB/T 20540.2—2006 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型3:PROFIBUS 规范 第2部分:物理层规范和服务定义(IEC 61158-2 Type 3:2003,MOD)

GB/T 20540.3—2006 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型3:PROFIBUS 规范 第3部分:数据链路层服务定义(IEC 61158-3 Type 3:2003,MOD)

GB/T 20540.4—2006 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型3:PROFIBUS 规范 第4部分:数据链路层协议规范(IEC 61158-4 Type 3:2003,MOD)

GB/T 20540.5—2006 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型3:PROFIBUS 规范 第5部分:应用层服务定义(IEC 61158-5 Type 3:2003,MOD)

GB/T 20540.6—2006 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型3:PROFIBUS 规范 第6部分:应用层协议规范(IEC 61158-6 Type 3:2003,MOD)

GB/T 25105.1—2014 工业通信网络 现场总线规范 类型10:PROFINET IO 规范 第1部分:应用层服务定义(IEC 61158-5-10:2010,MOD)

GB/T 25105.2—2014 工业通信网络 现场总线规范 类型10:PROFINET IO 规范 第2部分:应用层协议规范(IEC 61158-6-10:2010,MOD)

GB/Z 26157(所有部分) 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型2:ControlNet 和 EtherNet/IP 规范(IEC 61158:2003,MOD)

GB/Z 29619.1—2013 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型8:INTERBUS 规范 第1部分:概述(IEC 61158 Type 8:2003,MOD)

GB/Z 29619.2—2013 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型8:INTERBUS 规范 第2部分:物理层规范和服务定义(IEC 61158:2003,MOD)

GB/Z 29619.3—2013 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型8:INTERBUS 规范 第3部分:数据链路层服务定义(IEC 61158:2003,MOD)

GB/Z 29619.4—2013 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型8:INTERBUS 规范 第4部分:数据链路层协议规范(IEC 61158:2003,MOD)

GB/Z 29619.5—2013 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型8:INTERBUS 规范 第5部分:应用层服务的定义(IEC 61158:2003,MOD)

GB/Z 29619.6—2013 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型8:INTERBUS 规范 第6部分:应用层协议规范(IEC 61158:2003,MOD)

GB/T 29910.3—2013 工业通信网络 现场总线规范 类型20:HART 规范 第3部分:应用层服务定义(IEC 61158-5-20:2010,IDT)

GB/T 29910.4—2013 工业通信网络 现场总线规范 类型20:HART 规范 第4部分:应用层协议规范(IEC 61158-6-20:2010,IDT)

GB/T 33537.1—2017 工业通信网络 现场总线规范 类型23:CC-Link IE 规范 第1部分:应用层服务定义(IEC 61158-5-23:2014,IDT)

GB/T 33537.2—2017 工业通信网络 现场总线规范 类型23:CC-Link IE 规范 第2部分:应用层协议规范(IEC 61158-6-23:2014,IDT)

IEC 61499(所有部分) 功能块(Function blocks)

注: GB/T 19769(所有部分) 功能块[IEC 61499(所有部分)]

IEC 61326(所有部分) 测量、控制和实验室用电气设备 EMC 要求(Electrical equipment

for measurement, control and laboratory use—EMC requirements)

注: GB/T 18268(所有部分) 测量、控制和实验室用电气设备 EMC 要求[IEC 61326(所有部分)]

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)

注: GB/T 20438(所有部分) 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全[IEC 61508(所有部分)]

IEC 61511(所有部分) 功能安全 过程工业领域安全仪表系统(Functional safety—Safety instrumented systems for the process industry sector)

注: GB/T 21109(所有部分) 过程工业领域安全仪表系统的功能安全[IEC 61511(所有部分)]

IEC 61784-1 工业通信网络 行规 第1部分:总线协议(Industrial communication networks—Profiles—Part 1:Fieldbus profiles)

IEC 61784-2 工业通信网络 行规 第2部分:基于ISO/IEC 8802-3的实时网络附加现场总线行规(Industrial communication networks—Profiles—Part 2: Additional fieldbus profiles for real-time networks based on ISO/IEC 8802-3)

注: GB/T 33537.3—2017 工业通信网络 现场总线规范 类型23;CC-Link IE 规范 第3部分:CC-Link IE 通信行规(IEC 61784-2:2014,MOD)

IEC 61784-5(所有部分) 工业通信网络 行规 第5部分:现场总线安装(Industrial communication networks—Profiles—Part 5:Installation of fieldbuses)

IEC 61804-2 过程控制用功能块(FB) 第2部分:功能块概念规范(Function blocks (FB) for process control—Part 2:Specification of FB concept)

注: GB/T 21099.2—2015 过程控制用功能块(FB) 第2部分:功能块概念规范(IEC 61804-2:2006,IDT)

IEC 61918 工业通信网络 工业环境中的通信网络安装(Industrial communication networks—Installation of communication networks in industrial premises)

注: GB/T 26336—2010 工业通信网络 工业环境中的通信网络安装(IEC 61918:2007,IDT)

IEC 61987-11:2016 工业过程测量和控制 过程设备目录中的数据结构和元素 第11部分:测量设备电子数据交换用属性列表(LOP)通用结构[Industrial-process measurement and control—Data structures and elements in process equipment catalogues—Part 11:List of properties (LOPs) of measuring equipment for electronic data exchange—Generic structures]

过程测量和控制 过程设备目录中的数据结构和元素 第11部分 测量设备电子数据交换用属性列表(LOPs) 通用结构(IEC 61987-11:2012,IDT)

IEC 62381:2012 过程工业自动化系统 出厂验收测试(FAT)、现场验收测试(SAT)、现场综合测试(SIT)规范[Automation systems in the process industry—Factory acceptance test(FAT), site acceptance test (SAT) and site integration test (SIT)]

注: GB/T 25928—2010 过程工业自动化系统 出厂验收测试(FAT)、现场验收测试(SAT)、现场综合测试(SIT) 规范(IEC 62381:2006,IDT)

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

ISO 和 IEC 在下列网址中维护用于标准化的术语数据库:

- IEC:<http://www.Electropedia.org/>
- ISO:<http://www.iso.org/obp>

3.1.1 与准确度相关的术语

3.1.1.1

(测量仪器仪表的)准确度 accuracy (of a measuring instrument)

表征测量仪器仪表提供接近被测量真值的校准示值的能力的程度。

注 1: 该术语用于“真值”方式。

注 2: 校准示值越接近真值,准确度越高。

[来源:GB/T 2900.77—2008,311-06-08]

3.1.1.2

一致性 conformity

测量仪器仪表提供具有指定特性曲线的示值的能力,该特性曲线可以是线性、对数、抛物线等曲线。

3.1.1.3

死区 dead band (dead zone)

输入变量的变化不至引起输出变量有任何可察觉变化的有限数值区间。

注 1: 当这种特性是特意安排的,有时称此区间为中间区。

注 2: 在 GB/T 2900.56—2008 中,该条目编号为 351-24-14。

注 3: 对于实际仪器,该值通常很小。

[来源:IEC 60050-351:2013,351-45-15,有修改,增加了注 3]

3.1.1.4

误差 error

计算、观察或测量的值或条件与真实、规定或理论上正确的值或条件之间的差异。

注: 系统内部的误差可能由一个或多个元器件失效引起,或者由一个系统性故障激活。

[来源:GB/T 2900.99—2016,192-03-02]

3.1.1.5

回差 hysteresis

由包含一条输入变量值增大的曲线(称为上升段)和另一条输入变量值减小的曲线(称为下降段)的特性曲线所表示的现象。

注: 用于电子数据交换的该条目的 CDD 代码为 ABB661,并且回差定义为单个测试周期内同一输入测量点上连续上行程输出和下行程输出之间的差值。

[来源:IEC 60050-351:2013,351-45-16,有修改,增加了注]

3.1.1.6

不准确度 inaccuracy

在规定的条件下,按规定程序测试一个装置时所观察到的偏离规定特性曲线的最大正偏差和负偏差。

注: 准确度定义见 GB/T 2900.77—2008,定义 311-06-08。

[来源:GB/T 18271.1—2017,3.5]

3.1.1.7

线性度 linearity

测量仪器仪表给出与指定量而非影响量有线性关系的标示值的能力。

注: 不同种类的仪器仪表对线性的偏离的表示方法不同,每个仪器各自确定。

[来源:GB/T 2900.77—2008,311-06-05]

3.1.1.8

长期漂移 long term drift

30 天以来监视到的输出在量程 90% 处的漂移。

[来源:GB/T 20818.1—2015,3.22]

3.1.1.9

长期稳定性 long term stability

正常工作条件下,在给定的时间段后,零输入时的输出漂移(以满量程的百分数表示)。

注 1: 长期稳定性可以在不同的时间段进行评估,例如 6 个月、1 年、2 年、5 年。有的制造商会声称终身稳定。

注 2: 根据变送器的类型,漂移可以参考上限(例如数字压力变送器)、固定值(例如特定物位变送器)、满量程(例如某些模拟变送器)等。

注 3: 用于电子数据交换的该条目的 CDD 代码为 ABB551,对时间段部分进行了修改。

3.1.1.10

测量误差 measured error

每一测量点上上行程或下行程平均值的最大正或负误差。

[来源:GB/T 18271.1—2017,3.7]

3.1.1.11

测量范围 measuring range

由被测量或供给量的两个值限定的范围,在该范围内规定了测量仪器仪表的不确定性极限。

注: 一台仪器仪表可有几个测量范围。

[来源:GB/T 2900.77—2008,311-03-12]

3.1.1.12

不一致性 non-conformity

非线性变送器的输入/输出特性与理想特性的偏差,此偏差由相应的上行程和下行程误差的总平均值绘制的曲线来确定。

注 1: 不一致性可用以下三种方式之一进行计算和表示:

- 独立一致性: 尽量减小实际曲线与理想特性曲线的最大偏差;
- 端基一致性: 理想特性曲线与实际特性曲线的上限值和下限值重合;
- 零基一致性: 理想特性曲线与实际特性曲线的下限值重合。

注 2: 可以在 CDD 中找到相应的属性。

注 3: 在 IEC 61298-2:2011 中,不一致性被定义为校正曲线与指定特性曲线(可能是直线、对数曲线、抛物线等)的接近度。

注 4: 不一致性不包括回差。

[来源:IEC 61987-13:2016,有修改,增加了注 3 和注 4]

3.1.1.13

非线性 non-linearity

线性变送器的输入/输出特性与理想特性的偏差,此偏差由相应的上行程和下行程误差的总平均值绘制的曲线来确定。

注 1: 非线性可用以下三种方法之一进行计算和表示:

- 独立一致性: 尽量减小实际曲线与理想特性曲线的最大偏差;
- 端基非线性: 理想特性曲线与实际特性曲线的上限值和下限值重合;
- 零基非线性: 理想特性曲线与实际特性曲线的下限值重合。

注 2: 可以在 CDD 中找到相应的属性。

注 3: 线性度的定义见 GB/T 2900.77—2008,定义 311-06-05。

注 4: 非线性不包括回差。

[来源:IEC 61987-13:2016,有修改,增加了注 3 和注 4]

3.1.1.14

过冲 overshoot

对于阶跃响应,与输出变量最终稳态值的最大瞬时偏差,以最终稳态值和初始稳态值之差的百分比表示。

注:用于电子数据交换的该条目的 CDD 代码为 ABD684。

3.1.1.15

重复性 repeatability

在同样的测量条件下,同一被测量的连续测量结果相符的接近程度。同样的测量条件有:

- 同样测量步骤;
- 同一观测者;
- 在同样的条件下使用同一测量仪表;
- 在同一实验室;
- 时间间隔比较短。

注:“测量步骤”的概念在 VIM 2.5 中定义。

[来源:GB/T 2900.77—2008,311-06-06]

3.1.1.16

建立时间 settling time

从输入信号的阶跃变化起,到由此产生的输出信号的变化偏离其最终稳态值且不超过规定允差的瞬间为止的时间间隔。

[来源:IEC 60050-351:2013,351-45-37,有修改,删除了注]

3.1.1.17

信号 signal

一种物理量,其一个或多个参数载有表示一个或多个变量的信息。

注 1:这些参数被称为“信息参数”。

注 2:在 GB/T 2900.56—2008 中,该条目编号为 351-21-51。

351-4 [来源:IEC 60050-351:2013,

3.1.1.18

量程 span

测量范围上限和下限的代数差。

注 1:限值并非设备性能的物理限值,而是为相应应用程序定义的上限值和下限值。

注 2:用于电子数据交换的该条目的 CDD 代码为 ABB785,有修改(删除了“其他变量”)。

[来源:GB/T 2900.77—2008,311-03-13,有修改,添加了注]

3.1.1.19

量程误差 span error

实际(输出)量程与理论(输出)量程的差值,用理论量程的百分数表示。

注:用于电子数据交换的该项目的 CDD 代码为 ABB655。

[来源:IEC 61987-13:2016,有修改,增加了注]

3.1.1.20

稳定性 stability

在所有其他条件相同时,仪器仪表在规定时间间隔内保持其性能特征不变的能力。

[来源:GB/T 2900.77—2008,311-06-12]

3.1.1.21

始动漂移 start-up drift

在电源接通后的 4 小时内监视到的输出漂移。

[来源:GB/T 18271.2—2017,7.1]

3.1.1.22

阶跃响应时间 step response time

从被测量(或供给量)经受一规定突然变化的时刻开始,到标示值(或供给量)达到并在规定范围内维持其稳态值为止的持续时间。

注 1: 此处的定义常用于测量仪器。还存在其他的定义。

注 2: 变送器响应的时滞包含在阶跃响应时间中(见图 5)。

[来源:GB/T 2900.77—2008,311-06-04,有修改,添加了注 2]

3.1.1.23

可变参量 variable quantity

变量 variable

其值可变且通常可测出的物理量。

注: 常单独使用术语“变量”来避开冗长但正确的名称“可变参数”。

[来源:IEC 60050-351:2013,351-41-01]

3.1.1.24

零点偏移 zero offset

实际零输出与指定零输出的偏差。

注: 例如,4 mA~20 mA 压力变送器的指定的零点输出为 4 mA。

3.1.1.25

零点输出 zero output

处于下限值的变送器的输出信号。

3.1.1.26

零点误差 zero point error

设备在参比条件下,当输入处于下限值时,设备的绝对误差。

注 1: ABB 数据交换的该条目的 CDD 代码为

3.1.2 与不确定度相关的术语

3.1.2.1

合成标准测量不确定度 combined standard measurement uncertainty

由在一个测量模型中各输入量的标准测量不确定度获得的输出量的标准测量不确定度。

[来源:ISO/IEC Guide 99:2007,2.31,有修改,删除了注]

3.1.2.2

包含因子 coverage factor

为获得扩展不确定度,对合成标准测量不确定度所乘的大于 1 的数。

注: 包含因子通常用 k 表示(见 ISO/IEC Guide 98-3:2008,2.3.6)。

[来源:ISO/IEC Guide 99:2007,2.38]

3.1.2.3

扩展测量不确定度 expanded measurement uncertainty

合成标准测量不确定度与一个大于 1 的数字因子的乘积。

注 1: 该因子取决于测量模型中输出量的概率分布类型及所选取的包含概率。

注 2: 本定义中,术语“因子”指的是包含因子。

[来源:ISO/IEC Guide 99:2007,2.35,有修改,删除了注 3]

3.1.2.4

被测量 **measurand**

被测的特定量。

注:被测量常被称为“测量值”。

[来源:GB/T 2900.77—2008,311-01-03,有修改,增加了注]

3.1.2.5

测量 **measurement**

通过实验获得一个或多个可以合理归因于某个量的数量值的过程。

[来源:ISO/IEC Guide 99:2007,2.1,有修改,删除了注 1、注 2、注 3]

3.1.2.6

测量不确定度 **measurement uncertainty**

根据所用到的信息,表征被测量量值分散性的非负参数。

[来源:ISO/IEC Guide 99:2007,2.26,有修改,删除了注 1、注 2、注 3、注 4]

3.1.2.7

总误差 **total error**

总概率误差 **total probable error; TPE**

通过取各个误差因子的平方和的平方根获得的数字,用来一致地比较两个(或多个)变送器的性能。

注 1:假设每个误差的变量是相互独立的。

注 2:当合成所有误差因子时,测量单位必须全部相同。

3.1.2.8

不确定度报告 **uncertainty budget**

对测量不确定度的陈述,包括测量不确定度的分量及其计算和合成。

[来源:ISO/IEC Guide 99:2007,2.33,有修改,删除了注]

3.1.3 与工作和实际安装相关的术语

3.1.3.1

影响量 **influence quantity**

测量主体之外的值,其变化会影响标示值和测量结果之间关系的量。

注 1:此术语用于“不确定度”方式。

注 2:影响量可源于被测系统、测量设备或环境。

注 3:由于校准图依赖于影响量,为了给出测量结果就必须知道影响量是否位于规定的范围内。

[来源:GB/T 2900.77—2008,311-06-01]

3.1.3.2

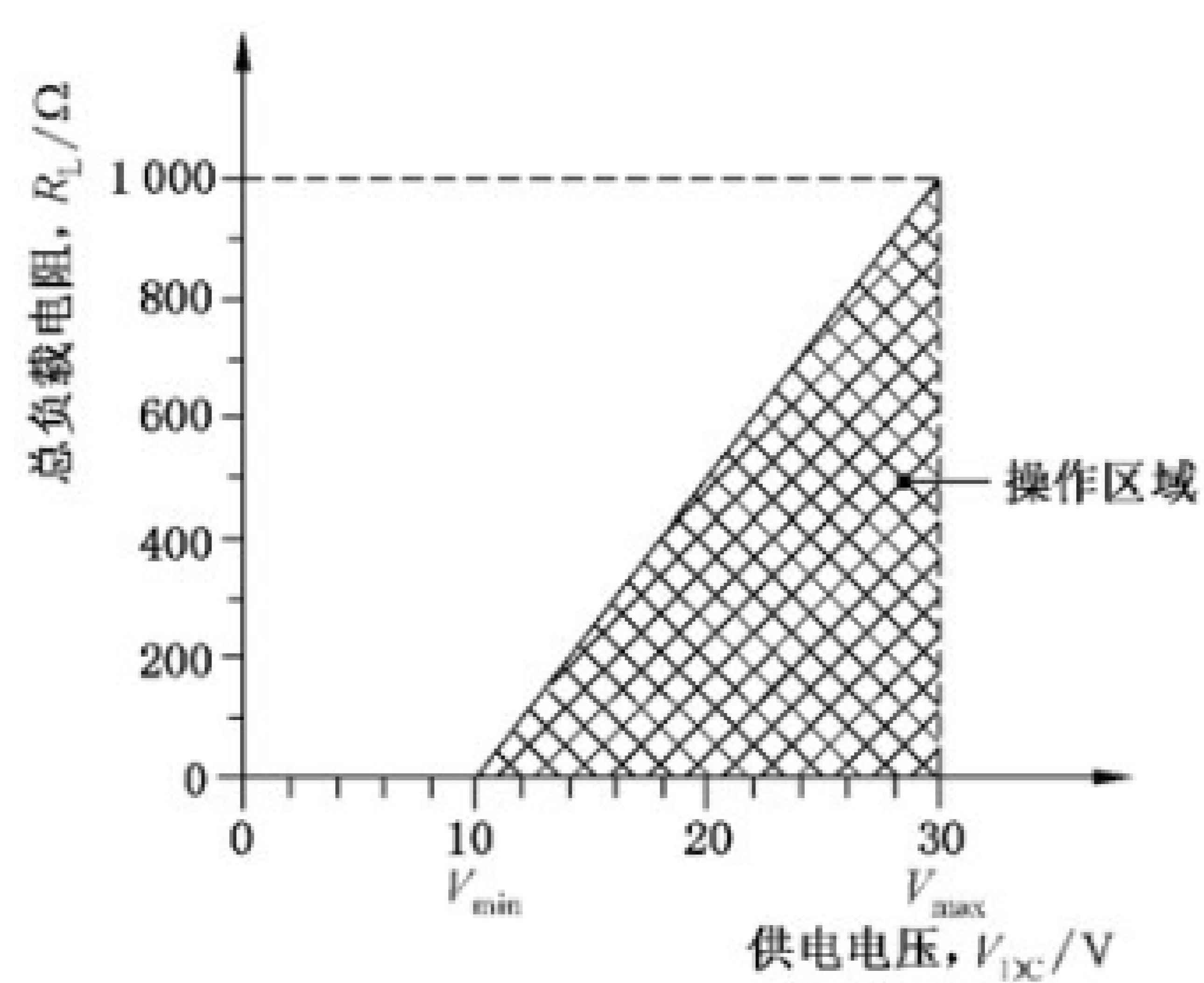
工作区域 **operation region**

变送器能在规定范围内工作的电源电压和输出负载的允许范围。对于 HART 设备,在确定最大允许负载电阻时,应考虑通信电阻(例如 250 Ω)。

示例:图 1 表示满量程的输出电流为 20 mA。

注 1:电源电压通常称为输入端子电压或辅助电源。

注 2:HART 是 FieldComm 组织指定的通信协议。



标引符号说明：

V_{DC} ——实际供电电压，单位为 V；

V_{max} ——最大供电电压，本例为 30 V；

V_{min} ——最小供电电压，本例为 10 V；

R_L ——在实际的供电电压下的最大负载电阻，单位为 Ω 。

$R_L \leq (V_{DC} - 10) / 0.02$ (图 1 中的示例)。

图 1 以输出负载电阻与电源电压相关的极限工作区域示例

3.1.3.3

调节比 turndown ratio; TD

最大调节比 maximum turndown ratio

在规定的准确度等级内可以调节仪表的最大量程与最小量程之比。

注 1: $TD = [URV - LRV]_{max} / [URV - LRV]_{min}$ ，其中上限和下限范围值 (URV 和 LRV) 始终都与同一基准点相关；

注 2: TD 总是大于等于 1。

[来源:IEC 61360-4:2005, ABA967, 有修改]

3.1.3.4

工作环境温度范围 operating ambient temperature range

变送器外壳所处环境的温度范围，在该范围内变送器能在规定的允差范围内工作。

注：无论何时需要，也可以指定一个临时的极限工作条件。

3.1.3.5

工作过程温度范围 operating process temperature range

与变送器传感元件接触的过程介质的温度范围，在该范围内变送器能在规定的允差范围内工作。

3.1.4 与试验程序相关的术语

3.1.4.1

验收试验 acceptance test

向用户证明产品符合其某些规范要求的合同试验。

[来源:GB/T 2900.83—2008, 151-16-23]

3.1.4.2

例行试验 routine test

对制造中或完工后每一个产品所进行的符合性试验。

[来源:GB/T 2900.83—2008, 151-16-17]

3.1.4.3

试验程序 test procedure

评定开始之前,由制造商、试验机构与买方/用户间商定的有关将要进行的试验和每项试验的条件说明。

[来源:GB/T 18271.1—2017,3.13]

3.1.4.4

型式试验 type test

根据一个或多个代表生产产品的样本所进行的符合性试验。

[来源:GB/T 2900.83—2008,151-16-16]

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DCS 分布式控制系统(集散控制系统)(Distributed Control System)

DUT 被试设备(Device Under Test)

EMC 电磁兼容性(Electromagnetic Compatibility)

FAT 工厂验收试验(Factory Acceptance Test)

HART 用于可寻址远程传感器高速通道通信协议[(for Highway Addressable Remote Transducer) Foundation trademark]

LOP 属性列表(List of Properties)

SAT 现场验收试验(Site Acceptance Test)

SCADA 监控和数据采集(Supervisory,Control and Data Acquisition)

SIL 安全完整性等级(Safety Integrity Level)

SIT 现场集成试验(Site Integration Test)

TPE 总概率误差(Total Probable Error)

3.3 通用数据字典(CDD)的引用

IEC 通用数据字典包含了测量设备的分类,给出了在实践中最常见的设备类型的属性列表。这些属性可以用来描述设备的性能、影响量对其性能的影响,以及用于试验并得出试验结果的参考标准。

每个属性都有一个唯一标识符,例如 ABB551,会在适当时被本文件引用。通过输入 LOP 中适当的属性,相关方之间有可能以电子文本形式交换试验结果。CDD 可在地址 <http://std.iec.ch/cdd/iec61987/cdddev.nsf> 下找到。

可以在“Process automation (IEC 61987 series)”下面找到各种测量设备;ABA000:工业过程自动化设备;ABV000:特征;ABA001:测量仪器。也可以在 IEC 61987-11 中找到设备的特征。

4 变送器概述

确定详细的试验方案要求对被测变送器及其组件有深入的了解。在评估过程中,通过评估者与制造商之间的紧密合作来获得这种了解。

对于只定义了通用试验程序的本文件的范围而言,有变送器功能框图的简要描述就足够了(见附录 A)。图 2 给出了变送器的简化框图。

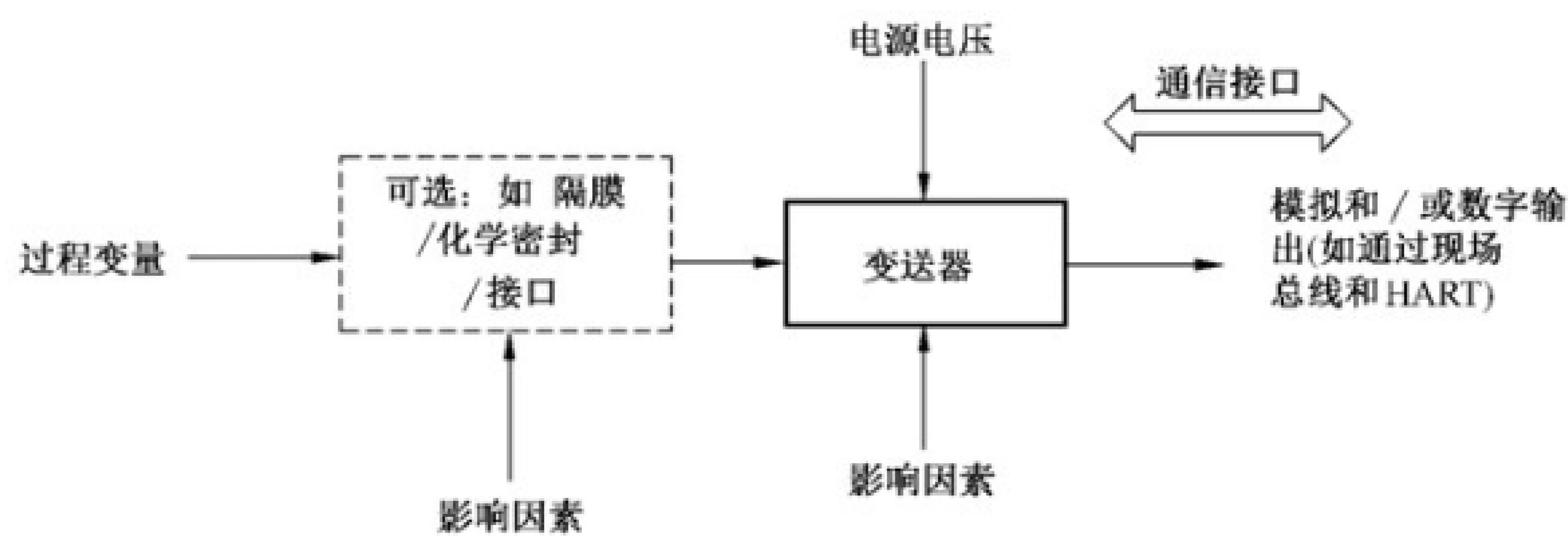


图 2 通用变送器的框图

一般而言,如果制造商设定了测量范围,则变送器可定义为“固定量程的变送器”;如果测量范围可调(具有调节比),可将其定义为“可变量程的变送器”。

5 参比试验条件

5.1 概述

本章定义了型式试验和例行试验的“标准参比试验条件”和针对工作影响量的“环境和过程参比试验条件”。当按照第 6 章描述的试验程序进行模拟和数字变送器的静态和动态特性评估时,需要考虑这些条件。“参比设计标准”考虑了设备的机械、电气和功能特性,而这些特性本身并不是影响量,但是对于存在设计标准的影响量来说,要针对这些影响量,对设备进行评估。

标准参比试验条件是一组简化的标准试验条件,用于评估变送器的性能。这些条件并不代表变送器预计安装点的实际工作条件。

针对环境及过程等工作影响量的参比试验条件表示变送器在工作现场可能遇到的实际条件。制定这些试验条件是为了确定影响量对变送器性能的影响,验证变送器能承受并在其技术规格内正常工作的机械和电气条件。

这些工作条件是根据不同工况的参数范围(等级)来定义的,并在实验室试验中确定,这些试验通过参比试验值附近的影响量参数变化来评估变送器的性能。

5.2 标准参比试验条件

5.2.1 概述

根据 GB/T 18271.1—2017,参比试验条件主要与环境条件、供电条件、负载条件和安装布置位置有关。

5.2.2 环境试验条件

变送器应在表 1 规定的条件下进行评估。

表 1 环境试验条件

环境试验条件	温度/℃	相对湿度/%	大气压/kPa
标准参比大气条件	20	65	101.3
大气试验条件的范围	15~25	50~70	86~106
注：如果用户和制造商协商一致,可以使用不同的环境条件。			

应在试验报告中说明试验的温度,并应将试验结果按照 GB/T 18271.1—2017 中的标准参比大气条件进行修正。

注：要认识到，并不总是能得到一个湿度修正因子。

试验期间环境温度的允许最大变化速率为 $1\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ min}$ ，但不应超过 $3\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。

将基本试验条件维持在规定的范围内可能需要特殊的设备。

5.2.3 供电条件

电压和频率(如适用)的参考值应由制造商规定。

除了用户与制造商商定采用其他允差，应采用下列允差：

- 额定电压： $\pm 1\%$ ；
- 额定频率： $\pm 1\%$ ；
- 谐波失真(交流电源)： $< 5\%$ ；
- 纹波(直流电源)： $< 0.1\%$ 。

注：供电条件的允差不适用于有自备电源(如电池供电)的变送器。电池供电变送器的允差由用户与制造商协商确定。

5.2.4 负载条件

评估试验期间的最小和最大负载条件由制造商规定。

5.2.5 安装位置

按制造商的安装说明，以一种规定的正常位置安装被试变送器，允许误差为 $\pm 3^{\circ}$ 。具体的安装位置应在试验报告中明确说明。

在可能的情况下应使用随变送器提供的安装支架。

变送器应盖上所有盖板。

5.3 环境和过程影响量影响的参比试验条件

5.3.1 概述

本条定义了工作条件下所有被视作影响量的参数。这些影响试验结果的各种参数尽可能用范围(等级)的形式来表示。

5.3.2 过程条件

对于过程条件(额定过程温度、压力、脉冲等)，通常参照适用的国际或国家标准。这些条件应由制造商规定或与用户协商决定。

5.3.3 环境大气条件

5.3.3.1 通则

应使用制造商规定的工作条件范围来评估变送器，如果没有给出具体的值，则根据 GB/T 17214.1—1998 规定的条件进行评估。

为了定义环境大气条件，通常以空气温度和湿度的范围(等级)来表示每个场所的大气条件。

注：大气压通常不影响变送器。

通常使用的标准化场所等级如下：

- A 级：有气候防护的场所，空调场所；
- B 级：有气候防护的场所，升温和/或降温的封闭场所；
- C 级：有气候防护的场所，掩蔽和/或非升温的封闭场所；
- D 级：无气候防护的场所，户外场所。

5.3.3.2 环境温度

变送器应使用制造商规定的条件进行评估,如果制造商未指定具体的值,则根据 GB/T 17214.1—1998 规定的典型工作条件进行评估。

表 2 给出了各种工作条件下的常见环境温度范围。

表 2 常见环境温度范围

温度/℃		温度等级 (GB/T 17214.1—1998)	典型应用场合
最低	最高		
+20	+25	A1	空调场所
+15	+30	B1	升温或/和降温的封闭场所
+5	+40	B2	
−5	+45	C1	掩蔽场所
−25	+55	C2	
−33	+40	D1	户外场所

5.3.3.3 环境相对湿度

变送器应使用制造商规定的条件进行评估,如果制造商未指定具体的值,则根据 GB/T 17214.1—1998 规定的典型工作条件进行评估。

表 3 给出了各种工作条件下的常见环境相对湿度范围。

表 3 常见环境相对湿度范围

相对湿度/%		湿度等级 (GB/T 17214.1—1998)	典型应用场合
最小	最大		
20	75	A1	空调场所
10	75	B1	升温或/和降温的封闭场所
85 5	B2		
5	95	C1	掩蔽场所
10	100	C2	
15	100	D1	户外场所

5.3.4 机械振动

变送器应使用制造商规定的条件进行评估,如果制造商未指定具体的值,则使用表 4 中给出的各种典型应用的参考值进行评估。参考试验程序在 IEC 60068-2-6 中规定。

表 4 振动试验等级

典型应用场合	试验频率范围 Hz	位移峰值幅度 mm	加速度幅值 m/s ²
控制室或低振级场所	10~150	0.35	1
控制室或中振级场所	10~150	0.75	2
一般场所或低振动管道	10~1 000	0.15	20
高振级场所或高振动管道	10~1 000	0.35	50

5.3.5 冲击、跌落和倾倒

变送器应使用制造商规定的条件进行评估,如果制造商未指定具体的值,则使用以下自由落体高度值用于冲击、跌落和倾倒:25 mm、50 mm、100 mm、250 mm、500 mm、1 000 mm 或>1 000 mm(用于更恶劣的条件)。参考试验程序在 IEC 60068-2-27 中规定。

5.3.6 电源

变送器应使用制造商规定的条件进行评估,如果制造商未指定具体的值,则在表 5 中规定的电压和频率条件下进行评估。

表 5 电源的电压和频率范围

电源电压等级	交流电源电压的允差	直流电源电压的允差
1	±1%	±10%
2	±10%	+10%/-15%
3	+10%/-15%	+15%/-20%
4	+15%/-20%	+30%/-25%
电源频率等级	交流电源频率的允差	
1	±0.2%	
2	±1%	
3	±5%	

5.3.7 电磁兼容性(EMC)

变送器应使用制造商规定的限值进行电磁抗扰度和电磁辐射的评估,如果制造商未指定任何具体的值,则根据 IEC 61326 系列标准规定的条件进行试验,试验设置和试验程序也同样参考该系列标准。

选择相关具体试验值时,应考虑对应于使用场所的辐射和抗扰性要求。

5.4 参考设计准则

5.4.1 概述

参考设计准则涉及设计装置时使用的标准。在某些情况下,如侵蚀和冲击保护,可以对声明的性能进行测试。在其他情况下,如防护,通常要求第三方权威机构以文档或试验认证的形式来提供符合性证明。

5.4.2 固体、液体(IP)和冲击(IK)的外壳防护

5.4.2.1 通则

GB/T 4208—2017 和 GB/T 20138—2006 分别规定了仪表外壳对固体和液体侵入以及机械冲击的防护等级。变送器应能承受制造商声明的代码所对应的条件。

5.4.2.2 固体和液体的外壳防护(IP 代码)

GB/T 4208—2017 规定了固体和液体侵入防护(IP)代码及其相应的试验条件。

5.4.2.3 机械冲击的外壳防护(IK 代码)

机械冲击防护(IK)代码的完整等级参见 IEC 62262。

5.4.3 腐蚀和侵蚀影响的外壳防护

GB/T 17214.4—2005 规定了腐蚀和侵蚀影响(气体、蒸汽和气溶胶)的外壳防护等级及其相应的试验条件。

5.4.4 电气安全(绝缘电阻、介电强度)

IEC 61010-1 规定了仪表设计中绝缘电阻和介电强度等安全方面的内容及其相应的试验条件。

5.4.5 危险环境(用于爆炸环境)

按照 IEC 60079-10 标准要求设计的用于爆炸危险区的设备,其防爆型式和使用区域由制造商标明。符合性证明应通过有资质的第三方检验机构以检测认证的方式提供。

5.4.6 功能安全

如果变送器的设计符合工业过程应用的参考系列标准 IEC 61508、IEC 61511,或机械应用的参考标准 GB 28526—2012,其安全等级和使用的标准应由制造商标明。符合性证明应通过有资质的第三方检验机构以检测认证的方式完成,或按照试验标准提供完整的文件。

6 试验程序

6.1 通则

6.1.1 概述

本章规定了验证变送器在第 5 章规定的试验条件下的性能特性所需的试验程序,试验条件包括参比条件、环境和过程条件。

这些试验程序一般既适用于模拟变送器 也适用于数字变送器 数字变送器的特定试验程序由相关条款规定。

对于带有集成传感元件的变送器,应以适当的方式生成足以进行试验的过程变量。当传感元件可以分离(例如 RTD 或热电偶)时,可以对过程变量进行电气模拟。

6.1.2 试验的分类

根据第 3 章的定义,试验分为:型式试验、验收试验和例行试验。此外,“评估试验”是指在任何可能的工作条件下确定变送器性能的一整套试验,以便与制造商标明或陈述的变送器性能或用户要求进行比较。

型式试验通常由制造商在正常生产或预生产中取出的一个或多个变送器上进行。它们用于评估变送器的性能,这种性能严格依赖于变送器的设计。该试验对新产品或已进行重大设计修改的产品进行。

例行试验由制造商在生产阶段进行,以检查制造过程的正确性以及变送器最终标定,通常局限于安全性和计量方面。通常这些试验比型式试验简单得多,并且通常不提供在恶劣气候和/或电磁条件下的性能证明。

验收试验也由制造商进行,通常在客户在场的情况下进行,以验证制造商提供的变送器符合制造商和/或客户规定的要求。如果没有另外的规定和/或客户的要求,通常这些试验与例行试验相似。

资料性附录 B 和资料性附录 C 中的表格分别列出了本章中所涉及的与标准和工作参比试验条件下相关的完整试验程序。这些表汇总了全部试验类型,突出了每项试验的特性,并指出哪些试验是型式试验和/或验收试验和/或例行试验。

一般来说,例行试验和验收试验包含的试验程序比型式试验少,而且程序更简单。

注:例如,例行准确度试验只对设备以量程的 25%为间隔进行一个循环的试验,而型式试验对设备以量程的 20%为间隔进行至少 3 个循环的试验。此外,在适用的情况下,只有型式试验需要对不同零点和量程调整进行试验。

对于模拟变送器,不同试验类型的另一种试验分类见表 6 和表 7。表 6 涉及的是测量循环数量和试验点的规定。表 7 涉及的是关于量程和下限值调整的设置。分类如下:

- FT1:一个循环的全范围行程试验(例如例行试验);
- FT3:三个循环的全范围行程试验(例如型式试验);
- FT5:五个循环的全范围行程试验(例如非常规的扩展试验);
- Z/S:验证由影响因素(例如超量程、安装位置等)引起的量程下限值(零点)和量程上限值(满量程)的变化;
- 10%:验证在只使用 10%输入信号时的变化(例如输出纹波);
- 50%:验证在只使用 50%输入信号时的变化(例如振动试验、EMC 试验等);
- 90%:验证在只使用 90%输入信号时的变化(例如始动漂移和长期漂移)。

表 6 试验循环数量、试验点数量和试验点的示例

试验类型		试验循环的数量	试验点的数量	试验点(规定测量范围的%)
完整试验	评估试验	3 或 5	6	0,20,40,60,80,100
	型式试验		11	0,10,20,30,40,50,60,70,80,90,100
简化试验	例行试验	1	5	0,25,50,75,100
	验收试验			

表 7 模拟设备的量程和下限值调整设置示例

试验类型		可调范围	零抑制和/或升高
完整试验	评估试验	设置 A ^a	设置 B ^b
	型式试验		
简化试验	例行试验	设置 C ^c	设置 D ^d
	验收试验		

^a 设置 A:量程调整设置为制造商指定的最大值和最小值,以及一个中间值。

^b 设置 B:通常,仅在一种下限值的设置下进行试验,而不会抑制或提升。但是如果效果显著,则可能需要在最小和最大设置下进行进一步试验。

^c 设定 C:除非试验程序中另有规定,否则量程是制造商设定的。

^d 设置 D:除非试验程序中另有规定,否则下限值是制造商设定的。

试验的选择取决于变送器的类型、制造商的规定和用户的要求。

6.1.3 试验准备

在定义评估试验程序之前,应按照以下模型对使用的变送器进行分析,以决定应将单个部分的哪些功能视为单独的实体。

应考虑下列情况。

- 在许多情况下,数据处理单元和输出子系统是完全集成的,其中间信号不可用。在这种情况下,独立的传递函数的定义和考虑是无关的。
- 某些变送器可能没有带传感组件(例如,不带热电偶或热电阻的温度变送器)。对于这些变送器,使用适当的模拟(例如按照适当的参考温度表)来进行评估试验。
- 与过程介质接触的传感器可能会受到介质特性和安装条件的影响。作为远程单元,它可能还会受到更恶劣的环境条件的影响。因此,评估试验应考虑综合的环境和操作条件。传感器组件包括不同性质的传感器(例如用于补偿或诊断目的的辅助传感器),这些组件需要合适的测量安排。
- 从技术和经济的角度来看,试验设置的选择以及为 DUT 输入以精确和可跟踪方式提供物理量的方式,是一个重要问题。可能需要大量的设备,在这些设备中,作用于仪表的量的所有影响因素都是受控的。对于某些试验(例如振动、环境温度试验),这种设备可能非常昂贵。因此,必须进行深入分析,以确定各种试验必需哪种试验设施。除准确度测量外,其他试验通常只需要稳定和准确可调的信号,并且设备只需满足这些要求即可用于试验。
例如,当完全校准曲线的测量变得经济不可行的时候,当被测变送器的输入/输出特性为线性时,可以在“零输入”和/或 100%输入或其他任意输入下进行测量。
- 如果没有另外约定,试验设施和相关测量设备的不确定度,应优于或等于被评估仪表不准确度的 1/3。

6.1.4 预评估

在对被试变送器进行试验前,应根据表 8 到表 14 给出的检查清单对变送器进行初步评估。这些检查包含了最少次数的检查,用于评估功能、可配置性、硬件配置、调整和校准的程序、可操作性、可靠性和制造商的支持。

如需增加检验项目,应由制造商与用户协商确定。

请注意,一些待考虑的功能/性能评估仅适用于数字变送器。

表 8 功能评估检查表

功能/性能	评估期间需要考虑的方面(如适用)
要描述 描述 在人机界面和通信管理以及电气输出子系统处的 仪表状态 主要功能	信息和测量信息(单独的和复合的量)。 描述应用软件的固件结构(功能块及其组织方式)和规则
辅助功能	给出辅助模拟和数字的输入和输出功能的简要描述
功能块	列出可用的标准化功能模块(根据 IEC 61499 系列或 IEC 61804 系列)或专有功能模块,根据以下内容进行描述和分类。 <ul style="list-style-type: none">• 具有时间特性的功能块(累加器、控制器、定时器、超前/滞后)。• 与时间无关的功能块,分为:<ul style="list-style-type: none">——计算块(如传感器线性化、平方根、指数);——逻辑块(与、或等)。 对于每个功能块给出: <ul style="list-style-type: none">• 名称;• 调节范围(如果用户可调的话);• 默认值(如果适用);• 检查无效值的识别和拒绝;• 有关功能块特性检查的详细信息见附录 D

表 8 功能评估检查表（续）

功能/性能	评估期间需要考虑的方面(如适用)
信号切断	<ul style="list-style-type: none">检查信号截止的可用性。通常可以在特性曲线的下端截止信号,以避免无效信号或噪声信号,但也可以在上端进行信号截止。指示哪些选项可用,以及切断值是否可由用户配置。检查激活和释放之间是否存在死区,该死区是否是用户可调的
滤波器	如果提供滤波器: <ul style="list-style-type: none">是模拟(硬件)的还是数字(软件)的?什么类型(1 阶、2 阶)? 时间常数是否可调
向后兼容性	检查新变送器是否与要替换的旧版本兼容。 注: 变送器的新版本宜在硬件和软件上与旧版本兼容。制造商宜在文档中指明兼容性。 在新的变送器没有完全向后兼容的情况下,一个关系表有助于识别旧/新的硬件/软件特性

表 9 可配置性评估检查表

功能/性能	评估期间需要考虑的方面(如果适用)
现场总线或无线通信的兼容性	检查被测仪表是否适用于: <ul style="list-style-type: none">连接到符合 IEC 61158 系列的其他设备或现场总线;或临时连接到专属现场总线或通信链接上的独立的应用程序;或独立的应用程序;或连接到无线通信。 提供通信/现场总线兼容的仪表版本列表
配置工具	检查仪表是否可通过以下进行配置。 <ul style="list-style-type: none">仪表的本地控制(人机界面)。PC 或主机远程控制。通过临时连接的手持通信单元。注意,在使用这些工具配置仪表时,明显的困难可能有:<ul style="list-style-type: none">——一些输入的参数可能会对其他先前设置的(与校正操作相关的)参数进行无察觉的修改;——参数处理中的不一致性,例如试图修改一个受保护的参数时,没有警告消息
模式下是否可以修改功能和参数 在线(重)配置	检查在控制可以修改 输出是否会受到不可接受的 , 影响。 检查是否具有安全机制,禁止在线对所有的或部分的参数和功能进行访问
离线配置	检查是否可以在独立的(离线的)PC 上设置和存储一些变送器的配置。 测量离线配置所需的时间
上传到 PC、从 PC 下载	检查是否可以进行配置上传。 检查是否可以下载已离线准备好的配置。 测量执行这些操作所需的时间(只有一个变送器): <ul style="list-style-type: none">在调试现场总线系统时;在运行中的(活动的)现场总线系统中时
可配置的重启条件	当变送器具有过程控制功能时,它也可能配备在断电后实施的“可配置的重启条件”。提供的常用重启条件,例如: <ul style="list-style-type: none">返回上一个值;转到用户定义的值;返回手动模式。 检查所有适用的条件
可配置的故障安全条件	当检测到内部故障或传感器故障时,列出可以在变送器中配置的动作

表 10 硬件配置评估检查表

功能/性能		评估期间需要考虑的方面(如适用)
机械结构	铰链/外壳	对于这些项目,评估在结构上的复杂性和可靠性、抗损坏的保护能力。如果适用,参见在评估准备和性能试验期间出现的机械问题。 对于内部模块,评估它们的定位/位置、通过 DIP 开关的硬件寻址或软件寻址
	内部模块	
	支撑	
	突出的部分	
	本地控制	
	传感器连接	
	电气连接	
	机械连接	
易于安装		安装过程可能会影响校准。检查是否充分注意了对齐、安装的固定、隔热等。 注意在拆卸和安装仪器时可能出现的任何明显的困难。 同时,确定正确安装所需的时间

表 11 调整和调节程序评估检查表

功能/性能	评估期间需要考虑的方面(如果适用)
调整程序	<p>需要考虑的有以下几个方面:</p> <ul style="list-style-type: none">• 存在多少种调整程序,有哪些差异(哪一种推荐的,是在线的或离线的调整和调节,或配置,等等)?• 校准、调整和调节需要什么外部设备?• 用户必须要交互的次数,以及何时进行交互?• 程序有任何部分是自动执行的吗?• 调整、校准和调节的数据(操作员姓名、日期、参数等)是否存储在非易失存储器中?• 范围限值是什么?• 在范围上限和下限,零点/量程调整的分辨率是多少?• 线性化是程序的一部分吗?• 测量调整、校准和调校所需的时间。 <p>记录在执行过程中可能出现的任何明显的或潜在的困难</p>
调节程序	<p>某些仪表需要对过程条件和特性、安装条件 and 环境条件进行适应和调节。简要地描述该程序。应考虑以下事项。</p> <ul style="list-style-type: none">• 在某些情况下,配置仪表时,调节/适应可能要求设置固定的过程相关参数。通常,这种方法的有效性是有限的,特别是当实际过程参数在很大范围内变化时。• 它可能是在线条件下自动执行的过程。如果如此,用户需要交互多少次? 结果参数是自动激活的,还是用户可以忽略/更改它们并填入不同的值? 在过程中记录仪器的输出。记录可能显示出该过程的局限性。• 调整和调节是不可分割地集成到一个过程中吗?• 对调节所需的时间进行测量

表 12 可操作性评估检查表

功能/性能	评估期间需要考虑的方面(如适用)
用于访问的本地控制(工具)	<p>简要描述:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 可用的键盘(按钮); • 键盘的人体工学布局和使用; • 键盘在危险场所使用的保护/适用性
本地显示	<p>简要描述可以在本地显示上显示的数据,例如:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 每行的行数和字符数; • 给定的控制参数; • 错误消息; • 不移动电子设备盖时,显示器的可读性
外部系统的人机界面	<p>对于基于 PC 的软件,描述各种用户访问组的组织和层次结构、相关的显示、可用的专用键盘。</p> <p>对于手持通信设备,提供显示和键盘的布局图</p>
工程和维修人员使用的功能和工具	<p>对于基于 PC 的功能,简要描述工程和维护相关软件和显示模板的组织和层次结构。</p> <p>如果有,列出其他用于配置、安装、调整和校准的硬件工具(如开关、电位器等)</p>
过程诊断方面	<p>检查仪表,除了主要的测量功能外,是否具有在过程和过程安装中诊断缺陷和故障的功能。在下面的示例中,一些方面是与特定设备类型相关的:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 空化; • 磨损和腐蚀(源自化学/机械); • 产品污染(例如,包括冷凝); • 产品 (,); • 产品流堵塞; • 装置振动过大; • 温度和压力; • 回路中使用的仪表和功能块提供的信息的回路完整性和性能; • 管道或容器的断裂、磨损、疲劳、腐蚀等。 <p>描述执行的相关的试验和报警,例如:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 主传感器信号的时域或频域分析; • 指纹; • 额外传感器的可用性; • 用于累计运行时间、特定负荷下的时间和循环次数的附加软件工具。检查这些工具是否嵌入变送器或主机中。 • 试验是在线自动发起的,还是由操作员发起的? • 试验参数是否适合用户? • 出现诊断报警时的变送器动作

表 13 可靠性评估检查表

功能/性能	评估期间需要考虑的方面(如适用)
变送器诊断	<p>描述,在故障发生时,变送器如何诊断内部故障并确保安全操作。可实施各种机制用于检测:</p> <ul style="list-style-type: none">• 闪存只读存储器故障;• 没有空闲时间;• 参考电压故障;• 驱动电流故障;• 关键的非易失性内存故障;• 辅助传感器故障(例如,内部温度、压力)。 <p>检查现场总线设备是否可提供特定的消息,例如:</p> <ul style="list-style-type: none">• 输入/输出处理器故障;• 输出未运行;• 静态参数丢失;• 校准数据读取错误。 <p>检查执行了哪种诊断:</p> <ul style="list-style-type: none">• 在线(在运行中)自动的、连续的或间歇的;• 在线(在运行中)由用户发起的;• 离线(没有运行)的。 <p>制造商是否提供了关于内部故障探测的覆盖因子?</p>
不当使用的检测	<p>仪器或现场总线系统是否检测到由于不正确和/或意外操作和/或维护操作而导致的错误和故障,例如:</p> <ul style="list-style-type: none">• 通过跳线或拨码开关(如果提供)的错误地址设置;• 电源接线、连接器、印刷电路板(如果有的话)的反向连接;• 将连接器放置在不正确的位置上(如果接线长度允许的话);• 没有连接连接器而导致断路;• 执行不完整或不正确的启动程序;• 使仪器处于不正确的安全等级;• 多点数字通信系统中的不同变送器重复使用相同的标签名和编号;• 在进行机械调整时,接触相邻部件导致短路
报警	<p>可区分为以下两组报警类型。</p> <ul style="list-style-type: none">• 过程报警(与之前提及的过程诊断方面有关)。报警设置可由用户调节。• 自检报警(与变送器内部故障有关)。这些警报一般来说是不能由用户修改的。 <p>列出两组中提供的报警,并指出它们是如何:</p> <ul style="list-style-type: none">• 通过现场总线,传输给主站;• 通过继电器输出,硬接线传输;• 传输给本地显示。 <p>检查警报是否自动地在线出现、或仅在用户请求时出现,或以任何其他方式出现</p>
防止未授权访问的安保	<p>描述实现的安保方法:</p> <ul style="list-style-type: none">• 硬件(写保护开关);• 软件(密码、访问级别的编号,以及在这些级别下的访问程度和可配置性);• 访问本地控制和调整/调节功能

表 14 制造商支持评估检查表

功能/性能	评估期间需要考虑的方面(如适用)
制造商的维护支持	<div><ul style="list-style-type: none">• 制造商是否提供维护合同?• 它们的范围是什么?• 提供维修人员到现场的承诺时间是多少?</div>
备件	<div><ul style="list-style-type: none">• 提及最小的可替换单元;• 提及推荐的备件库存的内容/规模;• 变送器生产结束后的备件可用性</div>
保修	指出保修期和范围

预评估结果应以纸质或电子形式存档。对预评估结果进行审查后,并且当试验的范围取决于制造商和用户之间的协议时,应对被测设备的功能和属性达成一致。

这些在评估中要考虑的功能和属性的定义,是基于数据流路径的概念。相关方需要定义待评估变送器的相关数据流路径和测量范围。表 15 和表 16 给出了要评估的功能列表的示例。表 15 是带温度补偿的单变量差压变送器的示例。表 16 是带温度补偿的并带有附加过程介质温度传感器的多变量差压变送器。

表 15 带温度补偿的单变量变送器(差压)功能列表的示例

编号	待观测的测量值(输出)							传感器的特性		输入端提供的相关物理量		
	测量变量	测量范围	测量类型		数据流路径送达					变量	来源	
			主要	辅助 ^a	本地显示	外部系统	电气输出 (4 mA~20 mA)	测量原理	测量范围		物理量	仿真
1	差压	0 kPa~100 kPa ^b	S ^c			×	×	电容	-500 kPa~+500 kPa	差压	×	
2 ^d	内部温度 ^e	-40 ℃~+50 ℃		A ^f	×		+100 ℃	RTD	-40 ℃~	温度	×	
<div><div>^a 该辅助参数可能在输出中不可用。</div><div>^b 在 0 kPa~100 kPa 范围内,将进行一组有限的试验,这些试验应在 6.2 和 6.3 的项目中明确表示。</div><div>^c S:单变量。</div><div>^d 仅用于温度补偿。</div><div>^e 所有试验的内部温度应在本地显示器上进行监控。任何较大偏离环境温度的都表明可能有缺陷。</div><div>^f A:辅助变量。</div></div>												

表 16 带温度补偿的多变量变送器(带有压力和温度的差压)的功能列表示例

编号	待观测的测量值							传感器的特性		在输入端提供的物理量		
	测量变量	测量范围	测量类型		数据流路径送达					变量	来源	
			主要	辅助 ^a	本地显示	外部系统	电气输出 (4 mA~20 mA)	测量原理	测量范围		物理量	仿真
1	差压	0 kPa~100 kPa ^b	S ^c			×	×	电容	-500 kPa~+500 kPa	差压	×	

表 16 带温度补偿的多变量变送器(带有压力和温度的差压)的功能列表示例 (续)

编号	待观测的测量值							传感器的特性		在输入端提供的物理量		
	测量变量	测量范围	测量类型		数据流路径送达					变量	来源	
			主要	辅助 ^a	本地显示	外部系统	电气输出 (4 mA~20 mA)	测量原理	测量范围		物理量	仿真
2 ^d	内部温度 ^e	−40 ℃~+50 ℃		A ^f	× ^a			RTD	−40 ℃~+100 ℃	温度	×	
3	静压	0 MPa~10 MPa ^b	S ^c			×	×	电容	0 MPa~20 MPa	压力	×	
4	过程介质温度	−0 ℃~+400 ℃	S ^c			×	×	TC	−0 ℃~+500 ℃	温度	×	
<div><div>^a 该辅助参数可能在输出中不可用。</div><div>^b 在 0 kPa~100 kPa 范围内,将进行一组有限的试验,这些试验应在 6.2 和 6.3 的项目中明确表示。</div><div>^c S:单变量。</div><div>^d 仅用于温度补偿。</div><div>^e 所有试验的内部温度应在本地显示上进行监控。任何较大偏离环境温度的都表明可能有缺陷。</div><div>^f A:辅助变量。</div></div>												

6.2 标准参比试验条件下的型式试验

6.2.1 通则

这些试验涉及被试变送器的准确度、静态特性和动态特性。

在开始试验之前,应验证被试变送器的功能正常。如果被试变送器带有显示,用于指示测量值(和其他指示值),则在试验期间和试验结束后,应目视检查任何的显示故障(在失去亮度/对比度之前,数字部分、亮度、对比度、视角的丢失)。

6.2.2 准确度和相关因素

6.2.2.1 概述

准确度试验的目的是检测实际输出信号,并与规定值进行比较。

6.2.2.2 模拟变送器和数字变送器都适用的试验程序

在范围和设置可选择的情况下,应重复进行试验,以严格覆盖所有必要的范围或设置,以验证变送器的全部性能。

当提供的被试变送器已为使用进行了校准,第一组试验应在不做调整的情况下进行。

通常,宜根据变送器工作中可能遇到的各种条件对变送器的准确度进行评估。然而,针对所有可能的工作条件组合进行性能评估既不实际也不经济。因此规定了一个标准试验程序,既在实验室条件下具有实用性,又可以提供足够的数据来预测现场性能。覆盖测量范围的少量标准条件的使用简化了试验,并使不同设备上的试验更容易进行比较。

对变送器进行试验时,如果要对量程和下限值进行调整,可能需要大量的实验。在这种情况下,应进行基本试验,以确定量程改变和下限值调整对被测特性的影响。这宜允许取消试验程序中的一些试验,在这些情况下,可以从较少的试验中可靠地推测出被测特性。例如,如果量程保持不变,那么选择下

限值 and 上限值可能不会显著影响回差特性,并且通常可以在一种量程设置下的测量中,推测出在不同量程下的试验结果。

但是,报告中应明确各设定的被测参数的相关值,以便能参照变送器的同一调整值确定不准确度、回差等数值。

一般情况下,除非试验程序另有规定,对准确度相关因素进行测试,只要量程和/或下限值的调整可以超过制造容差的调整,应按照表 7 中所列的 A、B、C 和 D 进行设定。

在试验开始前,应对被试变送器进行预处理,将其放置在试验环境中足够长的时间(通常至少 1 h),以达到稳定的温度条件。

在被试变送器通电的情况下,应留出足够的时间保证被试变送器工作温度稳定。在试验程序中没有任何推荐的情况下,此时间不得少于 30 min;用于测量输入和输出信号的试验设备也应该保持稳定。

在进行准确度试验之前,被试变送器应在每个方向进行三次全范围运行。

被试变送器的性能应在整个范围内以在每个方向上使用相同数值的间隔增加和减少进行验证。

例如,如果选择 20% 间隔,将对 20%、40%、60%、80% 和 100% 的值进行上行程试验,对 80%、60%、40%、20% 和 0% 的值进行下行程试验。

测量循环的数量和试验点的数量取决于所考虑的试验类型。除非对特定类型的变送器另有规定,否则宜采用表 6 所示的值。

首先给一个等于下限值的输入信号,然后缓慢增加输入信号,达到第一个试验点且无过冲;经过适当的时间稳定后,记录相应的输入和输出信号值。

然后缓慢增加输入信号,使其达到下一个试验点的值,无过冲,经过一定时间稳定后,记录相应的输入和输出信号值。

在每一个预定值上重复上述过程,直至达到输入量程的 100%,测量以后,缓慢地将输入信号降低到 100% 输入量程的下一个试验值,再依次降至其他每一个值,直到降低至输入量程的 0%,从而完成一个测量循环。

注:对于无回差的变送器,如温度变送器,可以在增加(优选)或减少输入的情况下进行一个循环的试验。

6.2.2.3 测量值的处理

在上行程和下行程的每个试验点上取得的输出信号值与相应的理想值之差,记录为测量误差。

测量误差一般应以理想输出量程的百分数表示

对于每一个试验点,应从连续循环中分别获取的上行程和下行程误差的读数求出上行程及下行程的平均值,再从这些平均值中得出该试验点的平均值。

为方便起见,所得到的所有误差值均应列入表中(见表 17 的示例),并根据第 3 章中给出的定义以图形方式表示平均值(见图 3)以获得准确度或测量不确定度。

6.2.2.4 准确度的确定

6.2.2.4.1 通则

由于测量次数有限(如表 6 所示),应通过简单误差处理(测量值与理想值或比较值相减)来确定与准确度的相关因素,如表 17 所示。此简单方法适用于 6.2.2.4.2 到 6.2.2.4.8 的所有条款。

6.2.2.4.2 不准确度

对于任何单独的试验循环,针对增大输入和减小输入,通过选择任意测量值和标称值的最大正偏差和最大负偏差,来确定不准确度(见表 17 的示例)。使用标称输出量程的百分数来报告这些偏差。

表 17 变送器误差表的示例

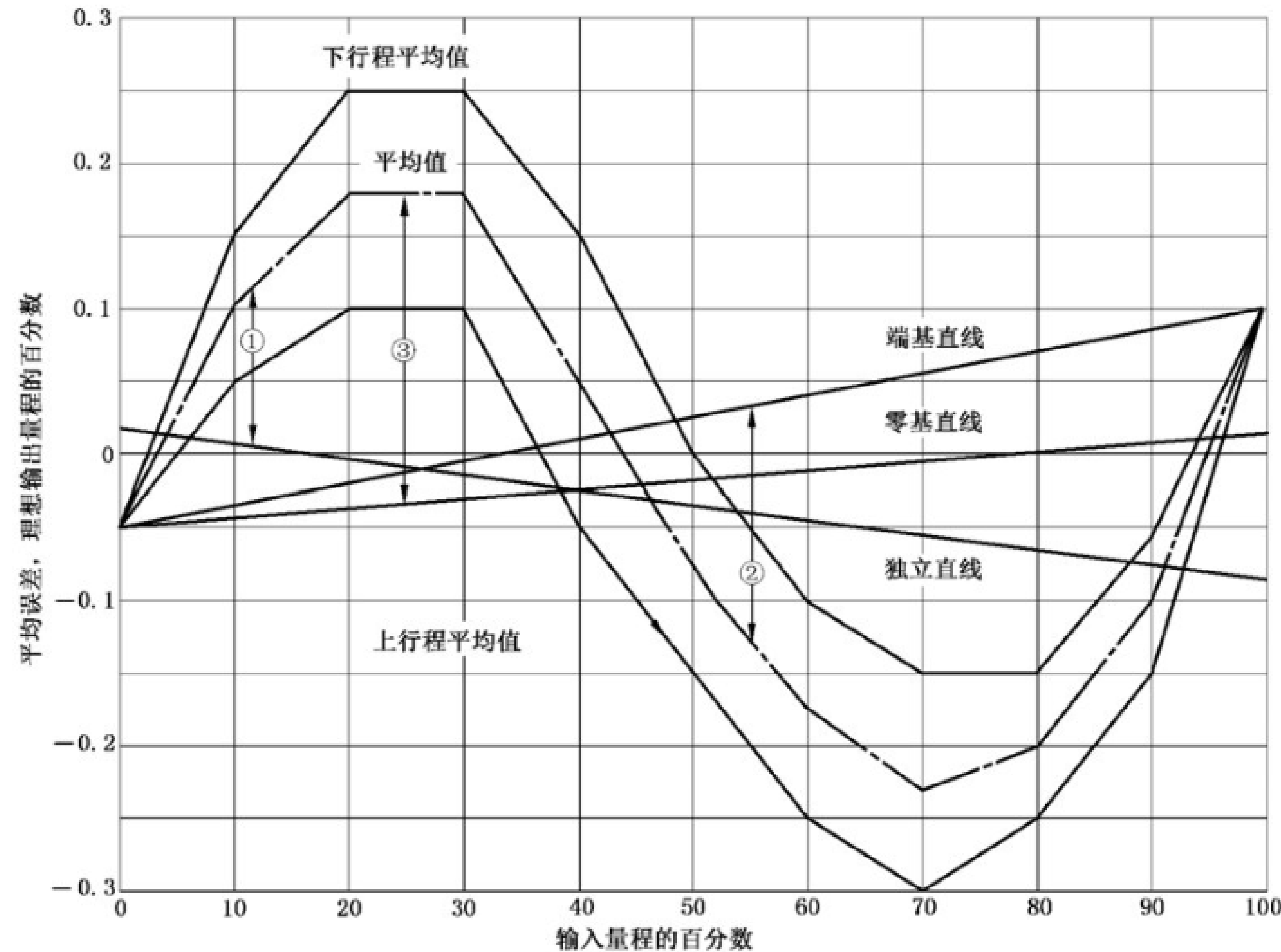
	第 1 循环		第 2 循环		第 3 循环		循环平均		总平均
	误差(理想量程的%)								
输入量程的 百分数	上行 实际	下行 实际	上行 实际	下行 实际	上行 实际	下行 实际	上行 平均	下行 平均	平均 误差
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0		-0.04		-0.05		+0.06		-0.05	-0.050
10	+0.06	+0.14	+0.04	+0.15	+0.05	+0.16	+0.05	+0.15	+0.100
20	+0.13	+0.23	+0.08	+0.26	+0.09	+0.26	+0.10	+0.25	+0.175
30	+0.11	+0.24	+0.09	+0.25	+0.10	+0.26	+0.10	+0.25	+0.175
40	-0.04	+0.13	-0.07	+0.15	-0.04	+0.17	-0.05	+0.15	+0.050
50	-0.18	-0.02	-0.16	+0.01	-0.13	+0.01	-0.16	0.00	-0.075
60	-0.27	-0.12	-0.25	-0.10	-0.23	-0.08	-0.25	-0.10	-0.175
70	-0.32	-0.17	-0.30	-0.16	-0.28	-0.12	-0.30	-0.15	-0.225
80	-0.27	-0.17	-0.26	-0.15	-0.22	-0.13	-0.25	-0.15	-0.200
90	-0.16	-0.06	-0.15	-0.05	-0.14	-0.04	-0.15	-0.05	-0.100
100	+0.09		+0.11		+0.10		+0.10		+0.100

不重复性=+0.05%

回差=+0.22%
=滞环误差+死区

测量误差=-0.30%

不准确度=-0.32%+0.26%



标引序号说明：

①——独立非线性=±0.2%；

②——端基非线性=-0.28%和±0.28%；

③——零基非线性=±0.22%。

图 3 与表 17 示例对应的误差曲线

6.2.2.4.3 最大测量误差

确定最大测量误差的方法是从表 17 的平均上行程误差和平均下行程误差中选择偏离最大的正或负数值。

6.2.2.4.4 非线性

对于输入/输出为线性关系的变送器,可根据相应上行程和下行程平均误差的总平均值绘制出曲线,根据此曲线确定非线性(见表 17 和图 3)。

平均曲线与选定直线之间的最大正或负偏差以理想输出量程的百分数表示,即是非线性,其与死区和回差无关。

常使用以下的不同的非线性表示方法。

a) 端基非线性

画一条在范围上限值和范围下限值上与平均校准曲线相吻合的直线就可以确定端基非线性。

注:对于在工厂内进行校准并在现场进行调整的情况下,只有端基非线性具有实际意义。有时也可采用其他非线性表示方法。

b) 独立非线性

在平均曲线上画一条直线,使最大偏差为最小时,就可以确定独立非线性。此直线不必是水平的或通过平均校准曲线的端点。

c) 零基非线性

画一条直线,在范围下限值(零点)上与平均校准曲线相吻合并使最大偏差为最小时,就可以确定零基非线性。

在任何关于线性和准确度计算的表述中,都应使用端基非线性。

6.2.2.4.5 不一致性

输入/输出为非线性关系(例如对数、平方根等)的变送器可采用术语“不一致性”(端基不一致性、独立不一致性和零基不一致性)。

不一致性采用与非线性相同的程序确定和表示。

在任何关于一致性和准确度计算的表述中,都应使用端基不一致性

6.2.2.4.6 回差

回差是同一试验点上任何一个试验循环中相邻的上行程输出与下行程输出之差,可直接从表 17 所示的偏差值中确定。

从全部试验循环中观察到的最大值以理想输出量程的百分数表示,并作为“回差”列入试验报告。如有需要,从给定试验点相应回差值中减去死区值就可确定滞环误差,其最大值可以按理想输出量程的百分数表示,并作为“滞环误差”列入试验报告。

注:死区可以在输入信号的 50%处确定,增加或减少输入信号直到输出信号发生变化。但是在目前的变送器中,这个差距很小,因此在这个试验中可以消除。

6.2.2.4.7 不重复性

不重复性是在相同的工作条件下,以相同的输入值从一个方向做全范围移动时在短时间内对输出做多次连续测量取得的极限值之间的代数差。

不重复性通常以理想输出量程的百分数表示,且不包括回差。

不重复性直接从表 3 中确定。分别考虑上行程曲线和下行程曲线,观察任何一个输入值的各个输

出值之间以理想输出量程的百分数表示的最大差。从上行程值或下行程值中得出的最大值就作为不重复性列入试验报告。

6.2.2.4.8 测量结果的表示方法

试验期间取得的测量结果应与表 17 和图 3 相对应的图表表示,并列入试验报告。

不准确度、测量误差、非线性、不一致性、回差和不重复性的值应根据 6.2.2.4.2~6.2.2.4.7 确定,并以表格形式列入试验报告。

对于验收试验,制造商规定的与相同准确度相关因子的对应值,应与试验确定的值一起制成表格。当测量值等于或优于所声明的值时,可以说设备的准确度符合其规范。

注:与准确度相关的术语,可以由制造商使用不同的方式来表示,例如,使用不准确度(包括回差和不重复性)和回差;或使用测量误差(包括回差)和回差;或者,甚至使用非线性/不一致性(不包括回差)、回差和死区。

在表 17 中报告的示例中,随输入的变化,所测量的不准确度从-0.32%变化到+0.26%;因此,如果制造商指定的额定准确度是,例如,±0.35%,则符合规范。

6.2.2.5 测量不确定度的确定

通过测量得到的结果,如表 17 所示,可以根据以下文件来确定测量的不确定度:

- 国际计量词汇(VIM:ISO/IEC Guide 99:2007);
- 测量不确定度表示指南(GUM:ISO/IEC Guide 98-3:2008)

关于这一方法的简要描述见附录 E。

6.2.3 静态特性

6.2.3.1 通则

为了本文件的目的,没有必要测试所有的可能配置来评估具有模拟输出或数字输出的变送器的静态特性。试验的配置应具有代表性,代表被测变送器典型的使用。制造商应规定所采用的配置。

6.2.3.2 绝缘电阻

被试变送器按正常工作状态准备。各输入、输出电路的绝缘电阻应以地作为参考地进行测量。试验电压应施加在被试变送器的端子与接地的外壳之间。施加直流试验电压。

为避免电压冲击,施加的试验电压应逐渐升高到规定值,完成试验以后应逐渐降低。除另有规定外,公称直流试验电压应按照 IEC 61010-1 为 500 V。

在施加规定试验电压至少 30 s 后,应使用适当的设备测量绝缘电阻的值。测量值应与制造商声明的数据一致。

6.2.3.3 介电强度

试验电压的有效值参照 IEC 61010-1 和/或国家标准中规定的额定电压(或介电强度)值确定。试验时被试变送器装入外壳(若有)但不接电源,将试验电压依次施加在输入、输出和电源各端子与地之间。每次试验时,试验不直接涉及的外壳和端子应连在一起接地。

逐步升高试验电压到规定值,并保持 1 min,电压上升时不应出现明显的瞬变。

在试验过程中,不得发生击穿或飞弧现象。

6.2.3.4 功耗

本试验应在导致被试变送器功耗最大的输入和负载条件下进行。

如果是交流供电的变送器,应测量所吸收的功率,并考虑有效值的测量。测量应在公称电压和频率以及制造商规定的最高电压和最低频率下进行。

如果是直流供电的变送器,应在公称电源电压下测量吸收的电流。

测量值应与制造商声明的数据一致。

6.2.3.5 工作区域

对于两线制模拟变送器(环路供电电流输出),应验证工作区域,将输入信号从 0% 变化到 100%,并在以下位置检查相应的输出信号:

- 最小供电电压和最小电阻负载,和
- 最大供电电压和最大电阻负载。

对于工作区域内的任何电压/负载组合,输出信号不应变化。

6.2.3.6 电源变化影响

对于所有变送器,除了 6.2.3.5 包括的环路供电的模拟变送器外,均应进行试验,将输入信号从 0% 变化到 100%,并在以下电源电压和频率(如果适用)变化下检查相应的输出信号:

- 电压:标称值、最大值、最小值;
- 频率:标称值、最大值、最小值。

其中,最大值和最小值与表 5 中定义的变送器电源等级相关。

每个电压值应与每个频率值相组合,从而交流电源形成九组测量,直流电源形成三组测量。

电压和频率应平缓地逐渐变化。应在电压和频率稳态条件下分别在输出的 0% 和 100% 上进行测量。

计算 0% 和 100% 输出时的变化,并以量程的百分数列入报告。

对于验收试验,在每个电压/频率组合下,与标称条件相关的输出的变化,应保持在被试变送器规定的值之内。

6.2.3.7 输出负载影响

本试验的目的是确定当输出负载变化时,模拟变送器的输出信号是否受到影响。

为确定对输出信号的影响,应将负载电阻从制造商规定的最小值变化到最大值。负载电阻变化引起的下限值和量程的任何变化应以输出量程的百分数表示。如果被试变送器是一个两线制变送器,还应记录被试变送器在范围上限时的输出电压降。应考虑连接电容负载或电感负载的影响。

对于验收试验,与标称值相关的输出变化应保持在被试变送器规定的任何应用负载值范围内。

6.2.3.8 输出纹波含量

被试变送器应在最大和最小负载条件下,以 10% 和 90% 输入信号测量并记录输出的任何纹波含量的最大峰峰值和主频率分量。

对于验收试验,在任何测试条件下,输出波纹应保持在被试变送器的规定值范围内。

6.2.3.9 过范围

如果制造商没有为避免损坏而特别规定其他值,过范围试验应测量在最大和最小量程设定值下,输入过范围 50% 导致的范围下限和量程的残余变化。

输入应从范围下限值逐渐升高到试验选定的过范围值。

施加过范围 1 min 后,输入应下降到正常范围下限值。

注:如果过范围产生显著热效应,宜相应增加持续时间,使其达到热稳态条件。

再过 5 min 后,以输出量程的百分数确定下限值和量程的变化量。

如果要在两个方向上测试被试变送器的过范围影响,例如差压变送器,输入既可能低于下限值又可能高于上限值,要测试两个方向上的过范围影响时,试验应按上述方法进行,首先高于上限值过范围,然后低于下限值过范围。

在每个方向上过范围后确定下限值和量程的任何变化并做记录。

对于验收试验,这些变化应保持在被试变送器规定的值内。

6.2.3.10 安装位置

若被试变送器对其安装位置比较敏感,则应测量从制造商规定的位置倾斜 10°引起的下限值和量程变化,并以输出量程的百分数记录。

在两个相互垂直的平面上进行倾斜试验,共进行四次测量。

若倾斜 10°超过被试变送器设计限度,则可采用制造商规定的最大斜度。

每一个试验位置的下限值和量程的任何变化都应记录下来。对于验收试验,这些更改应保持在被试变送器规定的范围之内。

6.2.4 动态特性

6.2.4.1 通则

本条的目的是定义试验程序,用于评估具有模拟或数字输出的变送器的动态特性。

试验的配置应代表被评估的变送器的典型使用。制造商应规定需采用的配置和每个特性应满足的性能值。

利用阶跃和正弦波输入信号,来获得变送器的动态特性。

正弦波试验数据对于数学分析、控制问题的图形化及线性系统动态性能的特征描述,都是最有用的。

阶跃试验可以测量时滞和时间常数。

为试验次数符合实际,只需要采用一个输出负载值和最少的输入信号配置数。

要认识到,规定的阶跃和正弦波试验数据不足以完全描述变送器的动态特性。但是,根据本文件的要求,可以为确定简单变送器的动态特性和更复杂的变送器定性指标提供可比较的数据。在特殊情况下试验以在试验程序中规定更详细的。

注:规定的输出负载和输入信号的等级足以为最常见的试验需求提供有效的数据,并对异常大的、不断变化的信号的影响进行定性规定。

根据变送器的组成原理,在以下条款中规定的所有参数,并非对于所有变送器都可进行试验。

6.2.4.2 阶跃响应

在被试变送器的输入上施加一系列的阶跃变化。与被试变送器的响应时间相比,阶跃输入的上升时间应该短。

输入阶跃与输出响应应记录在一起。

施加的输入阶跃如下。

- 相当于 80%输出量程的阶跃,输出从 10%变化至 90%,然后从 90%变化至 10%。
- 相当于 10%输出量程的一系列阶跃,输出按下列顺序向上和向下变化:
5%变化至 15%;45%变化至 55%;85%变化至 95%。

应测量每个试验条件下输出达到并保持在其最终稳态值的输出量程的 1%以内的时间(建立时间)。应说明时滞和瞬时过冲(若有)(见图 4 和图 5)。

注:测量输出达到 90%的阶跃响应时间,或输出达到 63%的时间常数,也是有用的。

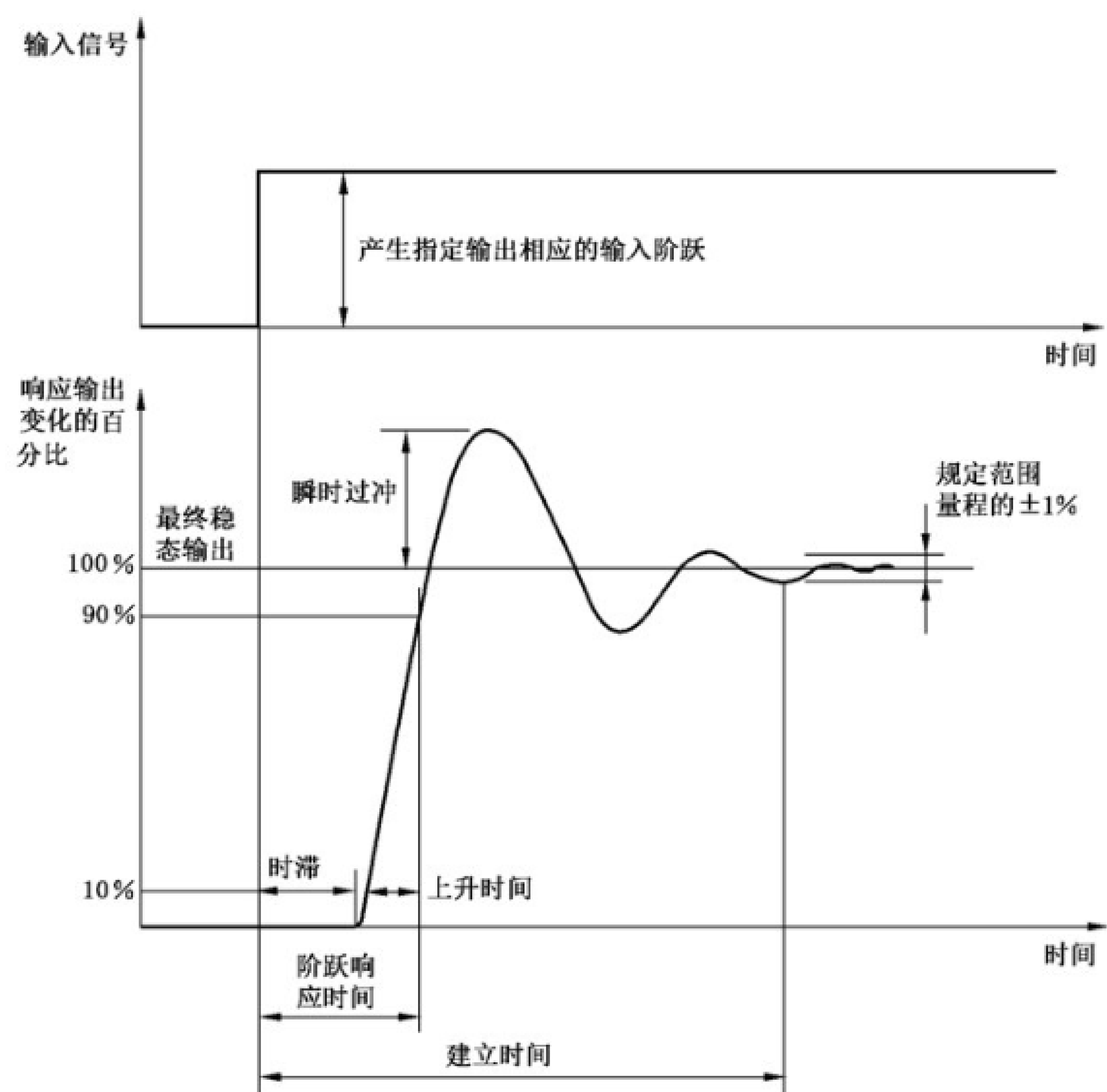


图 4 有过冲的阶跃输入响应示例

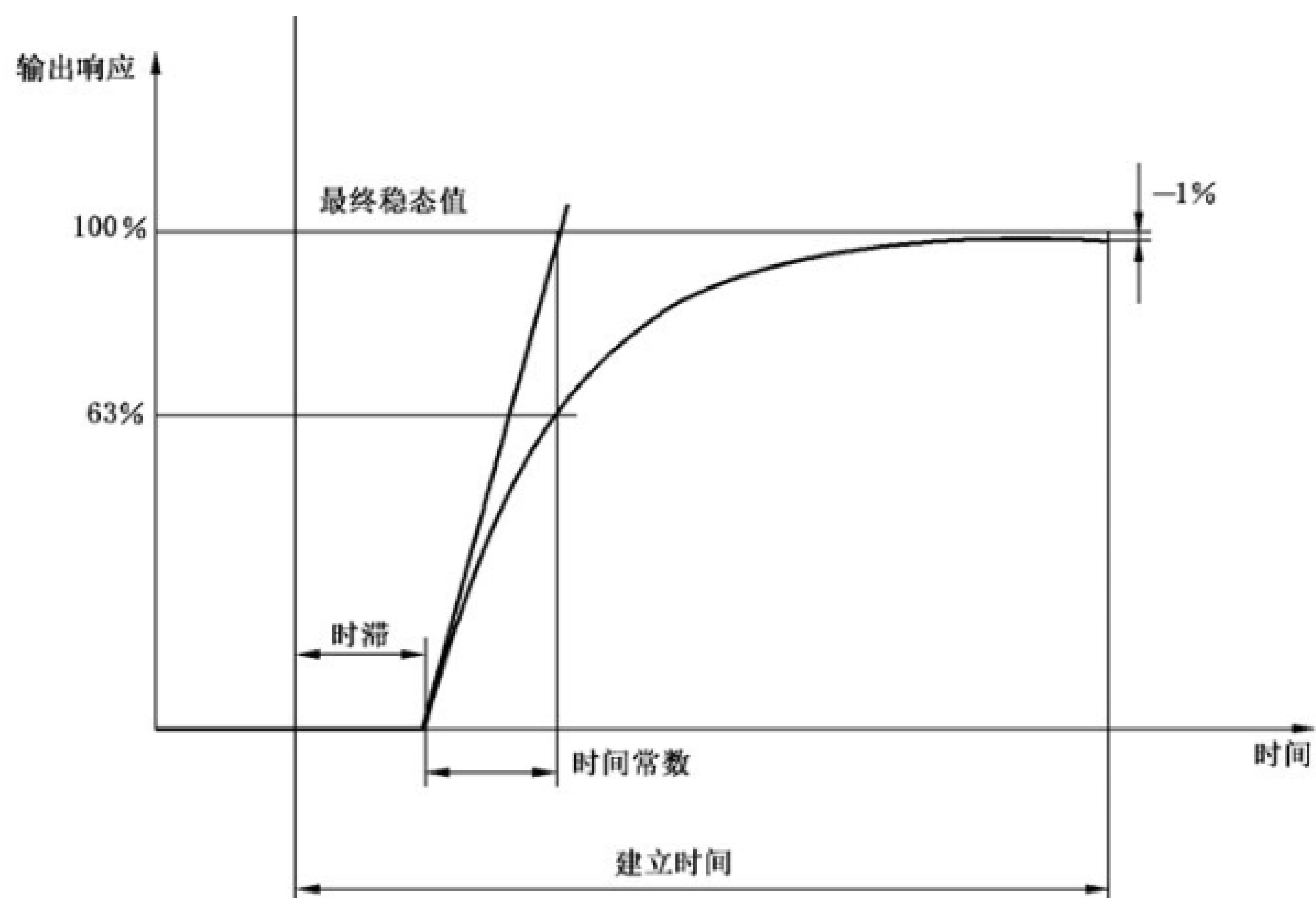


图 5 无过冲的阶跃输入响应示例

6.2.4.3 频率响应

由函数发生器在被试变送器的输入上施加一个正弦信号。
正弦信号的峰峰值应不超过量程的 20%，但应能满足有效测量的需要，并不引起输出失真或饱和。

输入信号的频率应从低到足以确定静态增益的初始值起,以增量方式递增到一个较高的频率,使输出衰减到其初始幅值的 10% 以下,或相位滞后 300°。

在每一个频率阶跃上,至少应同时记录一个完整的输入输出循环。

这些试验的结果应以图解法按下列形式表示(见图 6 和图 7):

——在对数标度上按照频率绘出增益和相位滞后。

从图中得出以下结果:

- a) 相对增益为 0.7 时的频率;
- b) 相位滞后为 45°时的频率;
- c) 相位滞后为 90°时的频率;
- d) 最大相对增益和相对应的频率及相位角。

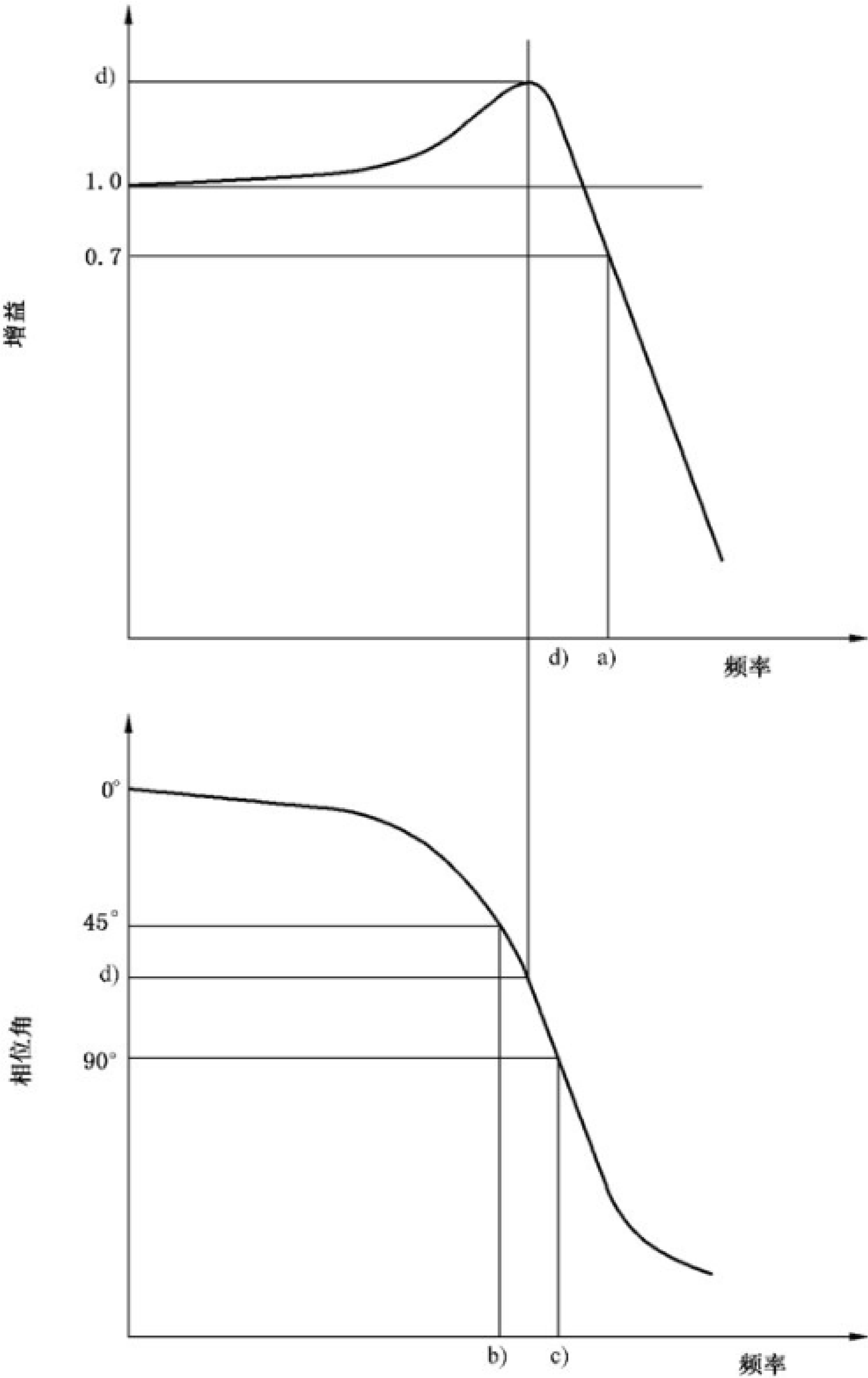


图 6 频率响应的示例 1

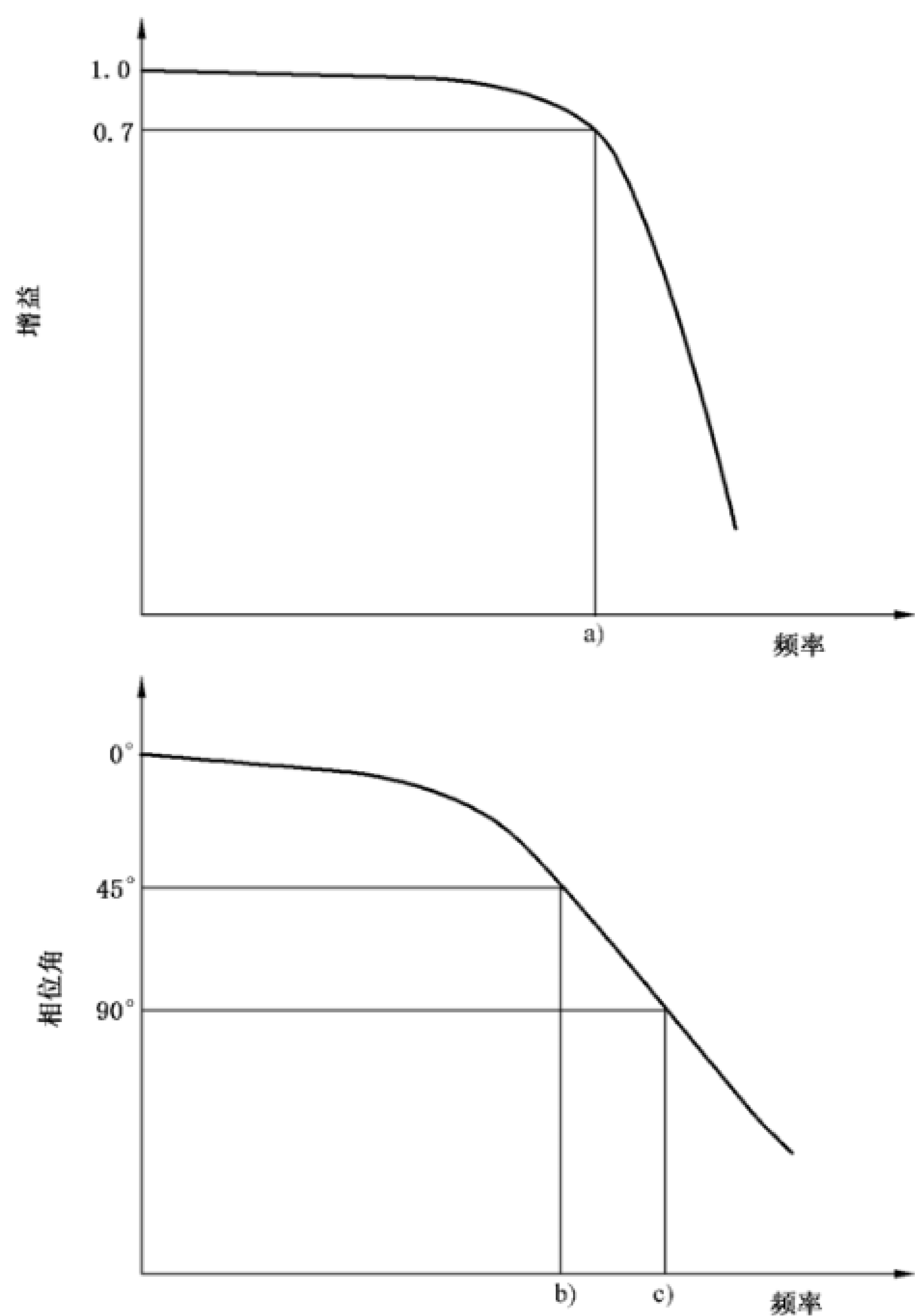


图 7 频率响应的示例 2

6.2.4.4 漂移特性

6.2.4.4.1 始动漂移

本试验应测量被试变送器接通电源以后输出的变化。

试验之前,被试变送器不接通电源置于周围环境条件或制造商推荐的条件下至少 12 h。量程宜调整到约为最大与最小量程的平均值,下限值大致设定在其允许调整范围的中点。

接通被试变送器电源,向其施加一个 90% 的输入信号并监视输出,直到输出稳定(最长 4 h)。记录测量值,并将输出达到并维持在制造商规定的极限范围内所需的时间作为始动漂移列入报告。

6.2.4.4.2 长期漂移

被试变送器工作 30 天,如有可能,输入信号应稳定维持在相当于量程的 90%。

量程宜调整到约为最大和最小量程的平均值,下限值大致设定在其允许调整范围的中点。

对于输入为间歇或采样输入,或者不能维持恒定试验输入信号(例如某些分析仪)的变送器,每天至少应施加一次相当于量程的 90% 的输入。最好每个工作日都测量输入和输出,并通过计算输入的任何微小变化确定并修正输出漂移。应注意不使除时间以外的周围环境条件引起的变化掩盖长期漂移的影响。应在 30 天试验周期开始之前及结束之后,立即测量并记录下限值和量程。所有测得数据经处理

后,确定一条最佳拟合直线,以验证是否存在单向漂移或随机漂移。

6.2.4.4.3 长期稳定性

应规定 6 个月、1 年、2 年或 5 年的长期稳定性。

注:有时也规定全生命周期的稳定性。

加速试验、现场数据或统计评价的结果,可用于评估长期稳定性。

6.3 参比试验条件下的型式试验

6.3.1 通则

本条的目的是定义试验程序,用于评估具有模拟或数字输出的变送器的影响。

除非特定试验(例如环境温度影响)另有要求,或由于供应商/用户对特定应用程序有协议,否则应使用表 1 中指定的参考大气条件来进行以下的评估。

试验的配置应代表被评估的变送器的典型使用。在验收试验中,制造商应规定需采用的配置和每个特性满足的性能值。

6.3.2 环境温度影响

按照 IEC 60068-2-1 和 IEC 60068-2-2 的规定,在进行试验测量之前,应在每个试验温度下,留出足够的时间以使被试变送器保持热稳定。

稳定时长是被试变送器质量和能量耗散的函数。通常通过记录被试变送器的输出信号来检查,其时间可能长达 3 h。

在做温度循环试验时,无论规定的温度循环是什么,在各次重复循环在相同温度进行测量是很重要的,以便进行比较。

环境温度影响应在制造商规定的温度范围内测量,若未规定温度值,则按照表 2 规定的温度限值范围内测量。

环境温度试验范围宜与被试变送器预定工作场所的温度相适应。

试验时,应从参比温度(+20 °C)开始,在选定每一个试验温度下进行相同的性能试验。

选择试验环境温度时宜以 20 °C 为间隔,直至被试变送器的规定极限温度。

环境温度等级 C2 为参比,试验温度 +20 °C (), +40 °C, +55 °C, +20 °C, 0 °C, -25 °C, +20 °C。

若试验大纲中各方同意,可仅在 20 °C(参比)、最高温度、最低温度、20 °C 四个温度上进行试验就足够了。

各试验温度的允差宜为±2 °C,环境温度的变化速率宜小于 1 °C/min。试验循环期间不得对被试变送器进行调整。

试验大纲可以规定对被试变送器不做任何调整进行第 2 次或第 3 次温度循环。应记录每一个试验温度下,在每隔 25%量程的上升和下降时的输出值。

应从上行程和下行程读数平均值中计算出每一个试验值上的输出变化,并以理想输出量程的百分数列入报告。同时还应计算并列出差、线性度或不重复性的任何显著变化。

环境温度对零点和量程的影响,应以给定温度范围(例如-20 °C至+60 °C带主动温度补偿)的总误差或以%/10 K(无源温度补偿的量程百分数)为单位的温度系数表示。图 8 是不同补偿选项的示例图。

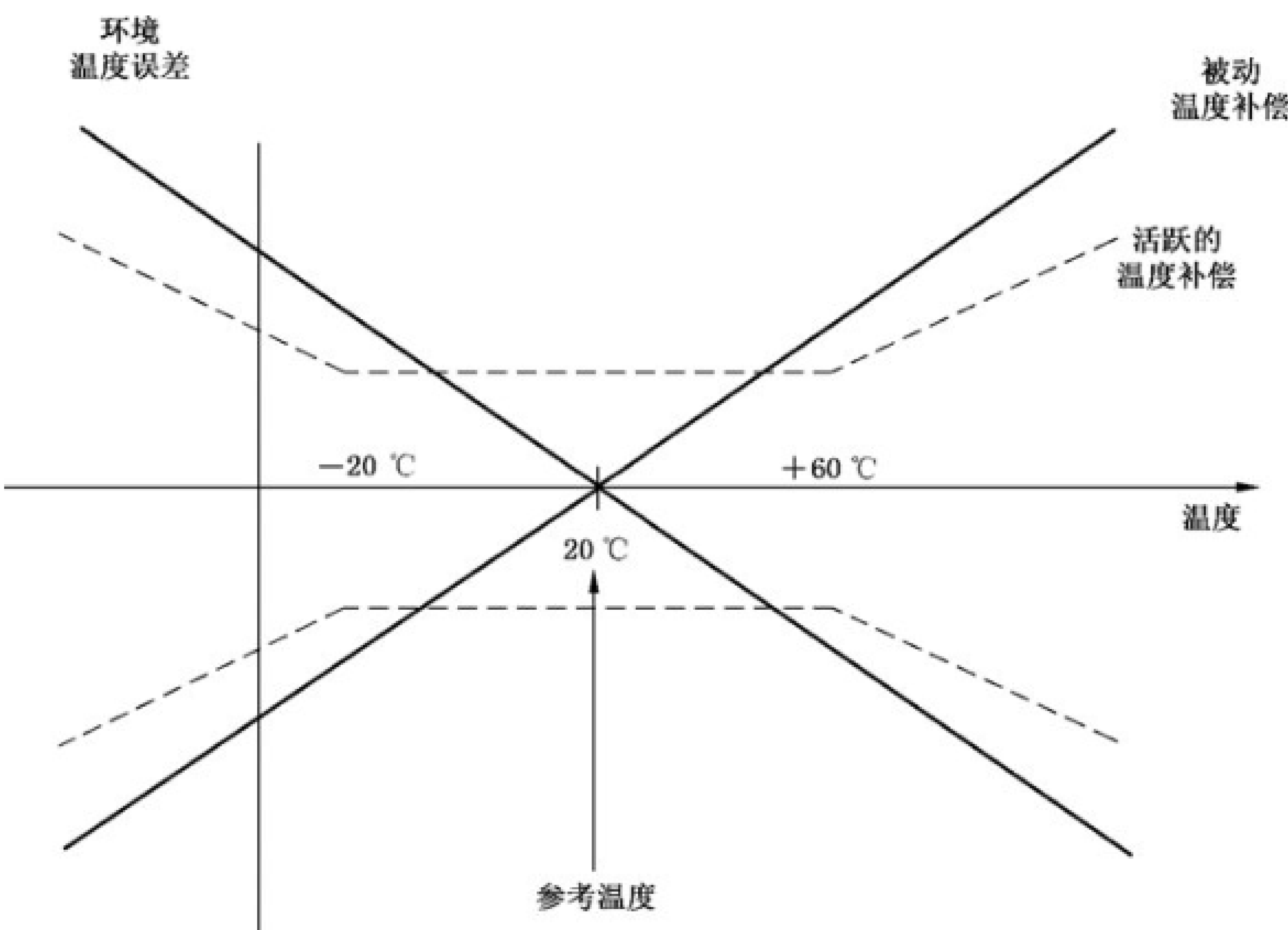


图 8 不同补偿选项的示例图

此外,还应列出对数字显示指示器的影响,包括对比度、亮度减弱、失真或数位缺失。

6.3.3 相对湿度影响

相对湿度的影响应使用表 3 规定的湿度范围进行测量。

湿度试验限值宜与被试变送器的预期工作场所的湿度相适应。

通常,应在 40 °C 的标称温度和 95 % 的标称相对湿度下确定环境相对湿度的影响,且仅适用于以 GB/T 17214.1—1998 的 B、C 和 D 级场所设计的被试变送器(对于被试变送器 A 级,通常不需要进行湿度试验)。

在确定环境相对湿度影响时应将被试变送器置于湿度试验箱内,试验箱内的相对湿度应控制在规定相对湿度水平的 +2 % ~ -3 % (按 IEC 60068-2-78 的规定)。

的被试变送器应稳定在 60 % , 40 °C ± 2 °C。

测量应在每个方向的每隔 25 % 的输出量程上进行。

然后应在不小于 3 h 时间内将相对湿度提高到 (93 ± 2) % ,避免冷凝沉积于被试变送器并在此值上至少保持 48 h。如果试验大纲有规定,在此期间可切断被变送器的电源。

测量应再在每个方向的每隔 25 % 的输出量程上进行。

在被试变送器维持工作的状态下,在不少于 3 h 时间内将相对湿度降低至小于 60 % 的原参比值。稳定至少 12 h 以后,再次进行测量。

计算下限值和量程的任何变化,并以输出量程的百分数列入报告。

此外,还应计算回差、线性度或不重复性的任何显著变化并列入报告。

试验后再进行目检,检查是否存在元件损坏或水汽进入密封外壳的迹象。

6.3.4 振动影响

6.3.4.1 通则

本试验的基本步骤完全按照 IEC 60068-2-6 所述的试验程序进行,振动的范围和参数按 GB/T 17214.3—2000 规定。

采用表 4 给出的或由制造商提供的位移峰幅值、加速度幅值和频率范围按以下程序确定振动影响。
振动试验前和试验后均应进行测量。

被试变送器按制造商的正常安装要求安装在振动台上,分别经受三个互相垂直轴线方向上的正弦振动,其中一个轴线应为垂直方向。

振动台及被试变送器安装件的刚度应确保使振动传递到被试变送器正常安装点时其损耗或增益为最小。

试验振动等级应在被试变送器的正常安装点上测量。

施加振动时,被试变送器应接通电源并以 50%输入信号工作。

记录输出信号,作为任何输出变化的证明。

交越频率是恒定振幅变化到恒定加速度的一个区域。

振动试验应包括三个阶段:

- 寻找初始谐振;
- 通过在表 4(或 GB/T 17214.3—2000 规定的其他频率范围)或制造商或用户规定的相应频率范围内扫频,进行耐久性适应;
- 寻找最终谐振。

这三个阶段应按顺序执行。在每个阶段,被试变送器在进入下一阶段之前都要在三个主轴上进行振动试验。

6.3.4.2 寻找初始谐振

寻找初始谐振的目的是研究被试变送器的工作情况,确定元件的谐振和相应的谐振频率,获取信息,以便与寻找最终谐振作比较。

扫频速率不应大于 0.5 倍频程每分钟。

寻找谐振期间,应记录引起下列现象的频率:

- a) 输出信号显著变化;
- b) 元件或组件机械谐振。

应记录发生这些影响的所有幅值和频率,以便与寻找最终谐振期间发现的幅值和频率进行比较。

6.3.4.3 通过扫频进行耐久性适应

进行此项试验的方法是在选定的范围内以 1 倍频程每分钟的速率进行扫频。

扫频循环总计进行 60 次,即在三个互相垂直的方向上各进行 20 次。

6.3.4.4 寻找最终谐振

寻找最终谐振的试验方法和振动特性与寻找初始谐振相同。

寻找初始谐振期间找出的谐振频率和导致输出信号显著变化的频率应与寻找最终谐振期间找出的相应频率进行比较。

6.3.4.5 最终测量

试验结束时目检元件或安装件是否变形或破裂,以此验证被试变送器的机械状况是否良好。

通过测量试验验证被试变送器的性能是否合格,并记录以输出量程的百分数表示的范围下限值和量程的任何变化。

6.3.5 冲击、跌落及倾倒

如果制造商未另行规定,则应根据 GB/T 17214.3—2000 并采用 IEC 60068-2-27 和 IEC 60068-2-31

中定义的试验方法进行试验。

试验之前,应记录下限值和量程的参比测量值。

试验期间,可以切断电源和输入。

本试验的目的是:

- 再现修理期间或使用粗率操作可能造成的敲打及颠簸;
- 验证最低机械强度。

“平面跌落”的试验程序如下所述:

将被试变送器以正常使用位置放置在平滑、坚硬、刚性的水泥或钢板平面上,沿一底边倾斜,使其对边与试验平面之间的距离为 25 mm, 50 mm 或 100 mm(具体数值由制造商与用户协商选择),或使被试变送器底面与试验平面之间夹角成 30°,选其中不太严酷的一种,然后让其自由跌落在试验平面上。

被试变送器四个底边各进行一次跌落试验。

试验后,检查被试变送器是否损坏。

记录下限值和量程的任何变化。

如果发现有变化,应验证是否能重新调整被试变送器,以便重新建立初始性能。

注:在特殊情况下,根据协商可以使用 IEC 60068-2-31 中定义的冲击试验中的另一种方法,例如,跌落和倾覆的试验。

6.3.6 加速寿命试验

被试变送器组合的机械或机电部件应按正常工作方式连接。

施加一个峰-峰幅值等于量程的一半并以上、下限值的平均值为中点的交变输入信号。

频率应不使增益下降到 0.8 以下,常用的试验频率是 0.5 Hz。

除与制造商另有约定外,被试变送器应经受 10 万次测试循环。

试验前与试验后都应测量下限值和量程(如果需要,还应测量量程中点的回差),并记录和报告任何变化。

6.3.7 EMC 试验

(发射和抗扰度)应按照 IEC 61326 系列规定的程序进行试验。

6.3.8 进一步的试验程序

有关下列项目的试验程序,应使用以下参照标准:

- 储运:IEC 60721-3-1、60721-3-2;
- 外壳对固体、液体(IP)和冲击(IK)的防护:GB/T 4208—2017、GB/T 20138—2006;
- 外壳防腐蚀性和侵蚀性影响:GB/T 17214.4—2005;
- 危险环境(爆炸性环境应用):IEC 60079-10 系列标准;
- 功能安全(功能安全仪器系统中的应用):IEC 61508,IEC 61511、GB 28526—2012。

6.3.9 数字变送器的附加试验

6.3.9.1 概述

如第 4 章和附录 A 所述,现在用于工业过程控制系统和机械的新型变送器非常复杂,使用了数字化处理和通信方法、辅助传感器和人工智能。这使得它们比传统的模拟变送器更复杂,并给它们带来了可观的附加值。

数字变送器是一种利用数字化处理和通信方法来执行其功能以及保护和传输其工作数据和信息的仪器。它可以配备额外的传感器和功能,以支持数字变送器的主要功能;此外,下一代变送器将集成越

来越多的不同的传感器。增加的各种功能可以提高准确性、范围、自检能力,以及报警和状态监视。因此,与准确度相关的性能试验虽然仍然是评估的主要工具,但已经不足以显示在工程、安装、可维护性、可靠性和可操作性方面的灵活性、能力和其他特性。

由于大多数数字变送器必须集成到数字通信(总线)系统中,因此它们必须与各种其他设备协同工作。在这种情况下,可靠性、(互)操作性和实时性是重要的问题。这些方面的试验在很大程度上取决于智能变送器的内部结构和组织,以及总线系统的结构和规模。

注:附录 D、附录 F 和附录 G 提供了非强制性的方法和框架,用于在功能块试验、可靠性和吞吐量试验的特定情况下设计特定的评估程序。

因此,在采用本文件第 6 章概述的方法对数字变送器进行评估时,必须考虑到这些待验证仪器更复杂的功能。

首先,在评估过程中,评估人员和制造商之间需要比简单模拟变送器评估更紧密的协作。在确定试验方案时,必须对仪表制造商的规范进行深入分析,同时制造商对变送器评估的试验程序和结果的建议也是有重要作用的。

6.3.9.2 与现场总线协议的符合性

数字变送器应在所有规定的工作条件下工作,数字通信应继续按预期运行。

现场总线协议的符合性证明,应以相应的现场总线权威机构的认证形式提供。

应测试影响量对协议管理有无不利影响。所选的试验方法应在试验报告中声明。例如,资料性附录 G 中给出的评估现场总线协议的方法,可用于比较影响量在标准参比试验条件和参比试验条件下对协议性能的影响。

评估现场总线协议正常工作的参考标准是 IEC 61784-1 和 IEC 61784-2,详见 IEC 61158 系列。

应收集试验数据并存档。

6.3.9.3 互操作性和互换性

IEC 61784-5 中定义了数字变送器的物理连接(线缆、连接器等),它在 IEC 61918 规定的一般规范外,还提供了更多的细节。

变送器的互操作性和互换性根据 IEC 61804-2 进行评估,如图 9 所示。

试验数据应被收集并存档。

所需特性	兼容性等级					
	不兼容	兼容	可互连	可互通的	可互操作	可互换
动态特性						×
应用功能					×	×
参数语义					×	×
数据类型 数据访问				×	×	×
通信接口			×	×	×	×
通信协议		×	×	×	×	×

图 9 IEC 61804-2 的设备兼容性等级

6.4 例行试验

如 6.1.2 所述，例行试验是型式试验的一个子集；它们代表了用于检测可能的生产缺陷的最合适的一组试验。推荐的试验有：

- 准确度试验，采用更简单的程序进行（仅每 25％量程间隔进行一个循环的上行程和下行程试验）；
- 过范围试验；
- 介电强度试验；
- 绝缘电阻试验；
- 温度影响试验（仅一个循环）。

6.5 验收、集成、周期以及维护试验

6.5.1 概述

尽管 FAT、SAT 和 SIT 评估超出了本文件的范围，并已在 IEC 62381:2012 中规定，但如果与特定应用相关，并且用户和制造商之间达成一致，则可能需要进行附加试验，见附录 H。

6.5.2 定期检定

定期检定应根据用户和制造厂商定的程序进行，否则，根据制造商规范或相关计量法规进行。

6.5.3 周期校准

在周期检定阶段，通常会进行一次完整的校准循环，即按 25％间隔上、下行程循环测量一次。

如果变送器误差在制造商或用户规定的规范或法律规定范围内，则不应重新校准变送器，然后“确定地报告数据”。相反，如果变送器误差超出上述规范，则应重新校准变送器，然后生成“待弃的报告数据”。在后一种情况下，有必要缩短周期校准的时间间隔，使变送器保持在正确的计量操作条件下。

7 试验报告和技术文档

7.1 试验报告

所有试验完成后,应根据 GB/T 18271.4—2017 的规定编写完整的试验报告。

特别是,试验报告中还应包括以下相关信息。

- 描述被评估的变送器,是作为单独的仪表,或是作为现场总线的一部分进行测试。在后一种情况下,还应报告现场总线的类型和配置(主机以及仪表数量和类型)。
- 试验的选择和省略的原因。还宜报告影响试验结果的任何其他条件(如,与推荐环境条件的偏差)。
- 输入数据:范围(量程的百分数)和输入测量设备的位置。
- 输出数据:范围(量程的百分数)和输出传感器连接的位置。

变送器的用户、制造商或检测实验室,应在报告发布后,保存试验期间测量的所有原始文件至少五年。

当不需要或不可能按照本文件进行全面评估时,试验报告宜对没有包括本文件规定的全部试验进行说明。此外,宜提及省略的项目,以便向报告的读者提供清晰的概况。

7.2 技术文档

附录 I 给出了如何编制其他技术文件的通用导则。

当可以进行电子数据交换时,试验结果可以用 LOPs 表示,并且可以与用 LOPs 表示的规范进行比较。

7.3 总概率误差

一种用于不同变送器性能持续比对的方法是进行基于每种变送器性能规范的总误差(或总概率误差)分析。该分析能可靠地表明变送器预期的性能。

尽管总概率误差是整个变送器比对的一个重要部分,但它不宜是比对的唯一方面。取决于应用,变送器连续运行的可靠性可能比其实际性能水平更有价值。性能、可靠性、对应用的适宜性所包含的特性和总体拥有成本都有助于最终决定。

一般情况下,总概率误差 TPE 按如下方式计算:

$$TPE = \pm \sqrt{A^2 + B^2 + C^2 + D^2 + \cdots + n^2}$$

式中,A 可以是准确度或最大误差,B 可以是环境温度影响,C 可以是零点和量程设置偏差,D 可以是长期稳定性,等等。

资料性附录 J 给出了总误差计算的示例。

由于长期稳定性是不可逆的,随时间增加或减少,在某些应用中,它的影响被加(减)到各个误差因子的平方和的平方根上:

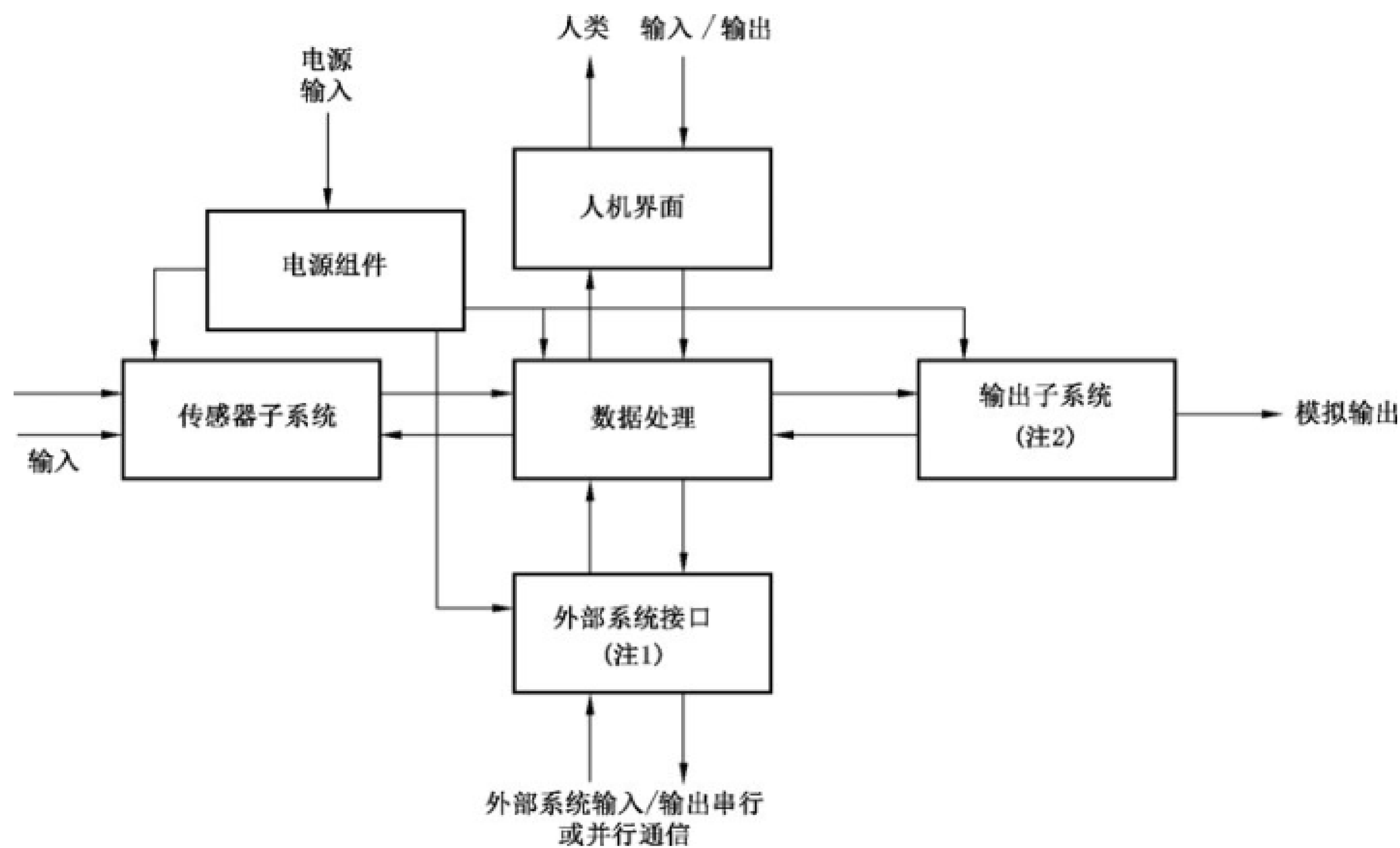
$$TPE = D \pm \sqrt{A^2 + B^2 + C^2 + \cdots + n^2}$$

附录 A
(资料性)
变送器概述

A.1 变送器概述

在性能评估中,重要的是确定传感器特征输入函数是线性的、对数的、二次的或具有其他的任何形式。当在另一个块中提供线性化时,也必须考虑这一点。热电偶输入是一个示例,其中传感器提供了一个非线性电压信号,该信号可以通过电子电路或软件在模拟输出上实现温度线性化。

图 A.1 给出了工业和过程模拟变送器的原理图。图 A.2 给出了智能数字变送器的附加信息。



接口 注1 见图智能变送器原理图外部系统的 ， A.2 。

注 2：通常模拟变送器提供有“输出子系统”；对于数字变送器,子系统在“外部系统接口”中实现。

图 A.1 工业过程测量模拟变送器的原理图(示例)

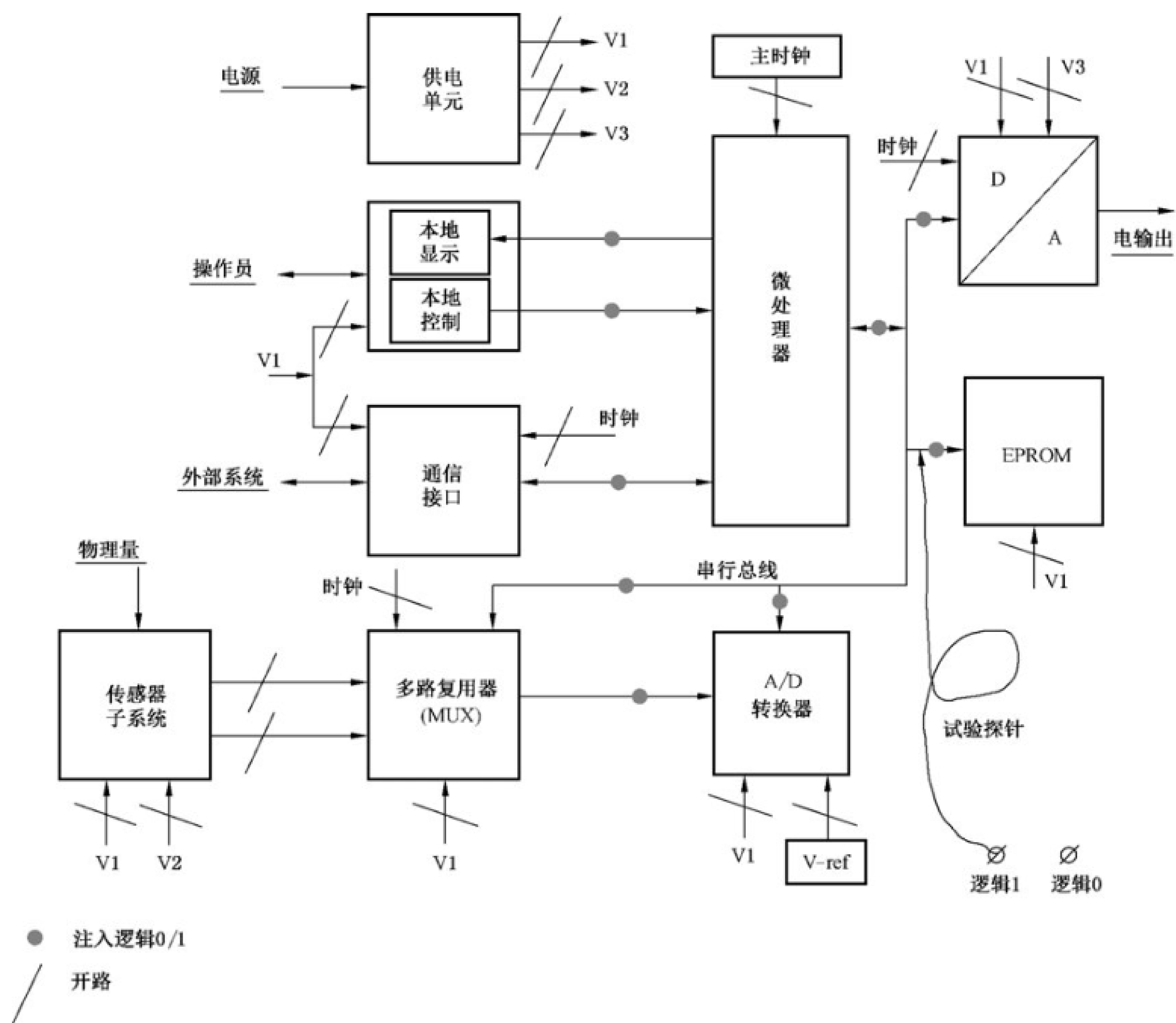


图 A.2 工业过程测量智能变送器的原理图(示例)

参考图 A.1,确定了以下主要功能部件(这些部件可以在不同的单元中实施,也可以集成到单个仪表中):

- 传感器子系统;
- 数据处理;
- 输出子系统;
- 人机界面;
- 外部系统接口;
- 电源组件。

此外,测量变送器通常配有一个指示器,可将物理或化学量进行可视化输出,或者将开关量显示为二进制信号(开/关或 0/1)。

大多数变送器都配备有上述所有的单元,但一些变送器没有配备外部系统接口。

在对单个单元或整个仪表进行评估之前,必须仔细分析变送器的配置。

该分析用于定义待评估的功能和属性,其数量对评估所需的时间和成本有很大影响(见第 5 和第 6 章)。

A.2 传感器子系统

本条包括测量物理量或化学量的传感器,也包括变送器。变送器接收来自传感器的信号或直接接

收物理量或化学量信号,并将其转换为电信号(通常为电流、电压或频率);变送器的反馈信号被送到数据处理部分。

传感器可以与其他模块集成在一个机箱中。它也可以位于远程位置(例如密度计、电磁流量计、热电偶变送器)。根据所使用的测量原理,传感器组件可能不需要辅助(外部)电源(例如热电偶),或者也可能需要辅助电源(应变计或电阻温度检测器),或者需要具有特定特征的电源(例如电磁流量计和热量流量计)。

A.3 数据处理

数据处理部分可以使用模拟或数字技术,或组合使用。

其主要功能是:

- 处理(模数转换、线性化、特性描述、报警检测等)和控制传感器信号;
- 向通信部分提供经过处理的和/或标准化的信号;
- 向人机界面和外部系统接口提供数据,和/或从这些接口接收数据;
- 控制自诊断软件以自动维护仪器的完整性,通常出现在基于微处理器的变送器中。

A.4 输出子系统

输出子系统提供标准化的模拟电信号输出(电压、电流、频率或脉冲序列)或二进制(触点、固态)信号输出,可用于远程设备的过程控制。对于基于微处理器的仪表,如果有模拟输出,则输出子系统配备数模转换器。输出子系统可提供三种类型的接口信号:模拟输出(电流、电压或二进制开关)、模拟和数字混合输出(例如电流和 HART 协议或二进制开关和输入/输出的连接)、或只有数字输出(即,通过现场总线协议、使用有线或无线)。

A.5 人机界面

人机界面为观察过程变量、操纵和调整某些参数提供了方法。在简单仪表中,它可能只是数字显示器或模拟指示器。在复杂的仪表中,它可能是一个用于读取和访问的,固定的或插入式的键盘/显示单元。在检测到传感器故障的情况下,它还能提供旁路传感器信号和直接调整输出的方法。跳线和零点、量程或线性调整电位器也被认为是人机界面的一部分。

A.6 外部系统接口

外部系统接口(例如,HART 或现场总线)提供了方法,用于与数据采集系统、DCS、SCADA 进行并行或串行的通信,或用于持终端进行本地的读取。这个接口的通信可以是双向的。

A.7 电源组件

电源组件接收未经调节的交流或直流电源信号。它为仪器的不同部件提供稳定和调节的电源电压和/或电流(交流或直流或两者的组合)。

附录 B
(资料性)
标准参比条件下的试验

参考 6.1.2,表 B.1 给出了变送器完整试验的汇总。

表 B.1 参比条件下的试验汇总

试验组	试验	关于试验方法和 报告信息的注释	参考条款		
			型式试验	例行试验	验收试验
准确度相关 因素(6.2.2)	适用于模拟和数字 变送器的试验程序	三到五个上行程和下行程的全范围试验,以 20% 量程为间隔,至少六个点。计算误差并绘制曲线图(根据 6.1.2 试验 FT3 或 FT5)	6.2.2.2	6.2.2.2,每间隔 25% 量程仅进行一个循环的上行程和下行程试验	6.2.2.2,每间隔 25% 量程仅进行一个循环的上行程和下行程试验
	最大测量误差		6.2.2.4.3	6.2.2.4.3 最大正偏差和负偏差	6.2.2.4.3 最大正偏差和负偏差
	非线性		6.2.2.4.4		
	不一致性		6.2.2.4.5		
	回差		6.2.2.4.6		
	不重复性		6.2.2.4.7		
	测量不确定度		6.2.2.5		
各电路对地或 静态特性 (6.2.3)	通则		6.2.3.1	6.2.3.1	6.2.3.1
	对外壳间 绝缘电阻	施加 500 V 直流电压、持续 30 s 的绝缘电阻,以 Ω 表示	6.2.3.2	6.2.3.2	
	介电强度	规定有效值试验电压(市电频率)不得导致击穿或飞弧	6.2.3.3	6.2.3.3	
	功耗	以制造商规定的最高电源电压和最低频率(以 W 和 VA 为单位)运行	6.2.3.4		
	工作区域	用于两线/环路供电的模拟变送器	6.2.3.5		
	电源变化	适用于除两线/环路供电的电流输出变送器外的所有变送器	6.2.3.6		

表 B.1 参比条件下的试验汇总（续）

试验组	试验	关于试验方法和报告信息的注释	参考条款		
			型式试验	例行试验	验收试验
静态特性 (6.2.3)	输出负载影响	根据制造商的规定,负载电阻可在最小到最大之间变化	6.2.3.7		
	输出纹波含量	峰-峰值和主频分量	6.2.3.8		
	过范围	超出传感器上限 50%持续 1 min,恢复到正常范围 5 min 后测量	6.2.3.9	6.2.3.9	6.2.3.9
	安装位置	在两个相互垂直平面上,倾斜±10°	6.2.3.10		
动态特性 (6.2.4)	通则		6.2.4.1		
	阶跃响应	对应于输出量程的 80%和 10%的输入阶跃。记录阶跃响应时间,以及输出达到并保持在其稳态值输出量程的 1%以内的时间(稳定时间)	6.2.4.2		
	频率响应	在所需的频率上应用输入量程的 20%峰峰值幅度,以便将动态增益从 1 变为 0.1。根据频率绘制相对于零频率增益的增益图;绘制输出和输入之间的相位差	6.2.4.3		
	始动漂移	接通电源后,输入量程 90%的信号,监视输出 4h	6.2.4.4.1		
	长期漂移	输入量程 90%的信号,监视输出 30 天	6.2.4.4.2		
	长期稳定性	加速试验或统计评估	6.2.4.4.3		

附录 C
(资料性)

环境和过程参比条件下影响量的试验

参考 6.1.2,表 C.1 给出了变送器完整试验的汇总。

表 C.1 工作条件下影响量的试验汇总

试验组	试验	关于试验方法和 报告信息的注释	参考条款		
			型式试验	例行试验	验收试验
	通则		6.3.1	6.3.1	
大气参数的 影响	环境温度影响	在规定的温度范围内,大约每20℃进行两个或三个循环,并在每个温度点下进行一次循环测量,以输入量程的 25% 增加和减少输入信号,并记录输出误差(根据 6.1.2 进行 FT1 试验)	6.3.2	6.3.2,只进行一个循环	
	环境相对湿度影响	在 40℃ 进行一个循环;相对湿度为 93%,并进行一个测量循环,以输入量程的 25% 增加和减少输入信号,并记录输出误差(根据 6.1.2 进行 FT1 试验)	6.3.3		
机械影响	振动	寻找初始谐振,超过 60 个扫描循环的耐久性适应,以及寻找最终谐振,并记录试验中输入值为 50%时的输出偏差,记录在试验之后的零点和量程的偏差	6.3.4		
	冲击、跌落和倾倒	根据 IEC 60068-2-31 的“跌落和倾倒”程序,并在试验后,记录零点和量程的偏差(根据 6.1.2 试验 Z/S)	6.3.5		
	加速寿命试验	使用幅值等于量程的一半,并使增益不小于 0.8 的输入信号,进行 10 万次循环。在试验开始和结束时测量下限值、量程和回差。如果预计会出现磨损或老化,则可能要求在试验期间进行额外的测量(根据 6.1.2 进行 Z/S 试验)	6.3.6		
EMC	抗扰度试验	更详细的内容参见 IEC 61326 系列和 IEC 61000-4 系列	6.3.7		
	发射试验	更详细的内容参见 IEC 61326 系列和 CISPR 11	6.3.7		

表 C.1 工作条件下影响量的试验汇总（续）

试验组	试验	关于试验方法和报告信息的注释	参考条款		
			型式试验	例行试验	验收试验
进一步试验	储运； 外壳对固体、液体（IP）和冲击（IK）的防护； 外壳防腐蚀性和侵蚀性的影响； 危险环境（在具有爆炸性环境的应用）； 功能安全（功能安全仪器系统中的应用）	更详细的内容参见 IEC 标准相应的 6.3.8	6.3.8		
只适用于数字变送器的附加试验	概述		6.3.9.1		
	与现场总线协议的符合性	更详细的内容参见 IEC 61784-1、IEC 61784-2 和 IEC 61158	6.3.9.2		
	互操作性和互换性	更详细的内容参见 IEC 61784-5 和 IEC 61804-2	6.3.9.3		

附 录 D
(资料性)
功能块试验

D.1 概述

本附录给出了基于变送器的功能块试验的一般规则。对于特定功能块,应进一步详细说明规则,以证明其全部功能。为了进行评估,功能块主要分为两大类:

- 与时间相关的功能块;
- 与时间无关的功能块。

D.2 一般定性检查

应评估以下方面:

- 短时电源中断后的重启条件;
- 引入负值参数的影响;
- 被零除的保护;
- 从手动到自动和设定点跟踪机制的无扰切换;
- 手动输出控制机制;
- 无限大用什么符号或数字表示;
- 由于输入数据和/或参数值过大,相应输出达到其极限,可能产生的饱和效应。

D.3 与时间相关的功能块

具有积分作用的特定控制算法(如 PID)中使用的,与时间相关的功能块应进行以下附加试验。

- 重置抗积分饱和。这是用于设置输出限值的软件功能。应验证该功能能够自适应输出电路硬件的物理限制。当不提供自适应功能时,复位可能是不完全的或无效的。
- 应检查计算积分作用的分辨力。低于规定的最低分辨力时,积分作用应不起作用,尽管在设定值和测量值之间仍可能存在偏差。

D.4 与时间无关的功能块

以下与时间无关的功能块应在以下方面进行验证。

- 在多大程度上以工程单位进行计算,以及如何提供缩放比例。
- 针对不切实际的参数设置提供的保护(例如,当操作员试图将下限设置为超过上限值时发出警告)。
- 超过计算能力分辨力的影响(单精度或双精度)。计算方法效率低下可能导致相当大的误差。
- 极端值的影响。可以在极限的输入和参数设置下进行一些实际计算,并与理论公式进行比较。

附录 E

(资料性)

测量不确定度

E.1 确定测量不确定度的示例

参考本文件表 17 的测量示例,以下列出了确定测量不确定度的各个步骤。

E.2 单个数值影响测量不确定度

不确定度预算应至少考虑以下单个值:

- 标称的标准参考不确定度 $U_{\text{std}} = 0.05\%$ (至少为仪器准确度的 $1/3$, 在这种情况下假定为 0.05%);
- 测量过程中检测到的最大仪表误差 $E_{\text{max}} = 0.32\%$;
- 校准中仪表的分辨率 $E_{\text{res}} = 0.01\%$ 。

E.3 标准测量不确定度的估算(u)

参考 VIM 和 GUM, 单个标准的不确定度 u 分别为:

- $u_{\text{std}} = U_{\text{std}}/2 = 0.05\%/2 = 0.025\%$, 通常为高斯分布;
- $u_{\text{max}} = E_{\text{max}}/\sqrt{3} = 0.32\%/1.73 \approx 0.185\%$, 视为矩形分布;
- $u_{\text{res}} = E_{\text{res}}/2\sqrt{3} = 0.01\%/3.46 \approx 0.002\%$, 视为半矩形分布。

E.4 标准测量的不确定度的综合(u_c)

与测量过程相关的测量不确定度是使用一个估算标准测量不确定度计算得出的, 如下所示:

$$u_c = \sqrt{\left(\frac{U_{\text{std}}}{2}\right)^2 + \left(\frac{E_{\text{max}}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{E_{\text{res}}}{2\sqrt{3}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{0.05}{2}\right)^2 + \left(\frac{0.32}{1.73}\right)^2 + \left(\frac{0.01}{3.46}\right)^2} \% \approx 0.19\% \quad \dots\dots\dots (\text{E.1})$$

E.5 扩展测量不确定度(U)

扩展测量不确定度由合成标准测量不确定度和一个覆盖因子的乘积(即归一化覆盖概率为 95%)计算得到, 如下所示:

$$U = 2 \cdot u_c = 2 \times 0.19\% = 0.38\% \quad \dots\dots\dots (\text{E.2})$$

显然, 仪表的扩展测量不确定度的最终值(0.38%)大于最大的测量误差(0.32%), 因为它还考虑了标称的标准参考不确定度和被试变送器的分辨力。

附录 F
(资料性)
可靠性试验方法

F.1 通则

本附录中描述的可靠性试验方法考虑了仪表在故障状态下的性能。分两种类型的故障：

- 内部硬件故障；
- 过程操作员和维护人员的人为故障。

可靠性试验的实际程序应与制造商的专家合作制定，并从设计分析开始。在设计分析中，专家详细说明变送器的设计。根据专家的解释，评估员辨识设计中最关键的区域，并确定故障可能在哪里引入。为此，制造商应提供详细的功能框图、电路图和接线图。这些信息用于建立方案，定义：

- 评估人员将要引入硬件故障的位置；
- 故障类型以及如何实现适当的故障模拟；
- 可以引入维护错误的位置。

此外，这些试验的成功执行有下列要求。

- 制造商在这些试验期间在场，并提供特殊工具[例如集成电路(IC)专用夹具]和能访问试验点的特殊印刷电路板(PCB)。
- 应仔细考虑这些试验，因为它们可能造成损坏。如果制造商在任何此类试验之前声明其会导致损坏，则不应进行试验。该声明应包含在试验报告中。另一方面，根据设计的不同，可能需要将 PCB 线路切开，以便实际引入故障信号。

试验中的变送器应只受到单一故障的影响。

本附录中给出的可靠性试验方法，仅适用于具有自检功能、和/或配备冗余部件、和/或能够将其状态传输至外部系统的仪表。这些试验对于用于安全相关应用的变送器尤其重要。推荐制造商将描述的试验方法集成到其设计过程中。

F.2 设计分析

设计分析得到一个示意图，如图 F.1 所示。该示意图包括了引入故障的点。评估报告中应公布该示意图。

F.3 参比条件

本文件中，可靠性试验提供了一种注入硬件故障(硬件域)和维护错误(人域)的方法，以及引入故障和错误后变送器的行为。这些试验不仅适用于独立的变送器，也适用于连接到多仪表现场总线的变送器。在后一种情况下，通信链路和其他仪表不应受到变送器故障的影响。

故障注入试验的参比条件是，变送器是无错误的和无故障的。在引入故障之前，应将变送器设置为正常运行模式，并清除自检警报。如果无法清除自检警报，制造商应检查、重置或维修仪表。

在试验过程中，变送器应在输入范围 45% 到 55% 之间的低频斜坡输入信号下运行，并记录输出。然后记录故障引入的位置和时间，以便辨别故障的出现和对输出的影响(信号丢失、保持、不稳定等)之间可能的延迟。引入故障后，输入信号也应改变至上限值或下限值。在故障状态下，变送器输出的行

为,也可能在不同输入信号上有所不同。

- 注 1: 有关域和循环次数的详细信息,参见 IEC TS 62098:2000 的 4.1。
- 注 2: 当使用恒定的 50%输入信号试验时,相关信息(如由于故障而出现的临时“保持”状态)可能会丢失或难以确定。
- 维护错误试验的参比条件,在开始时,与上述故障注入试验的参比条件相同。之后,关闭变送器,并引入维护错误。然后,按照必要的程序打开电源并再次初始化仪表。

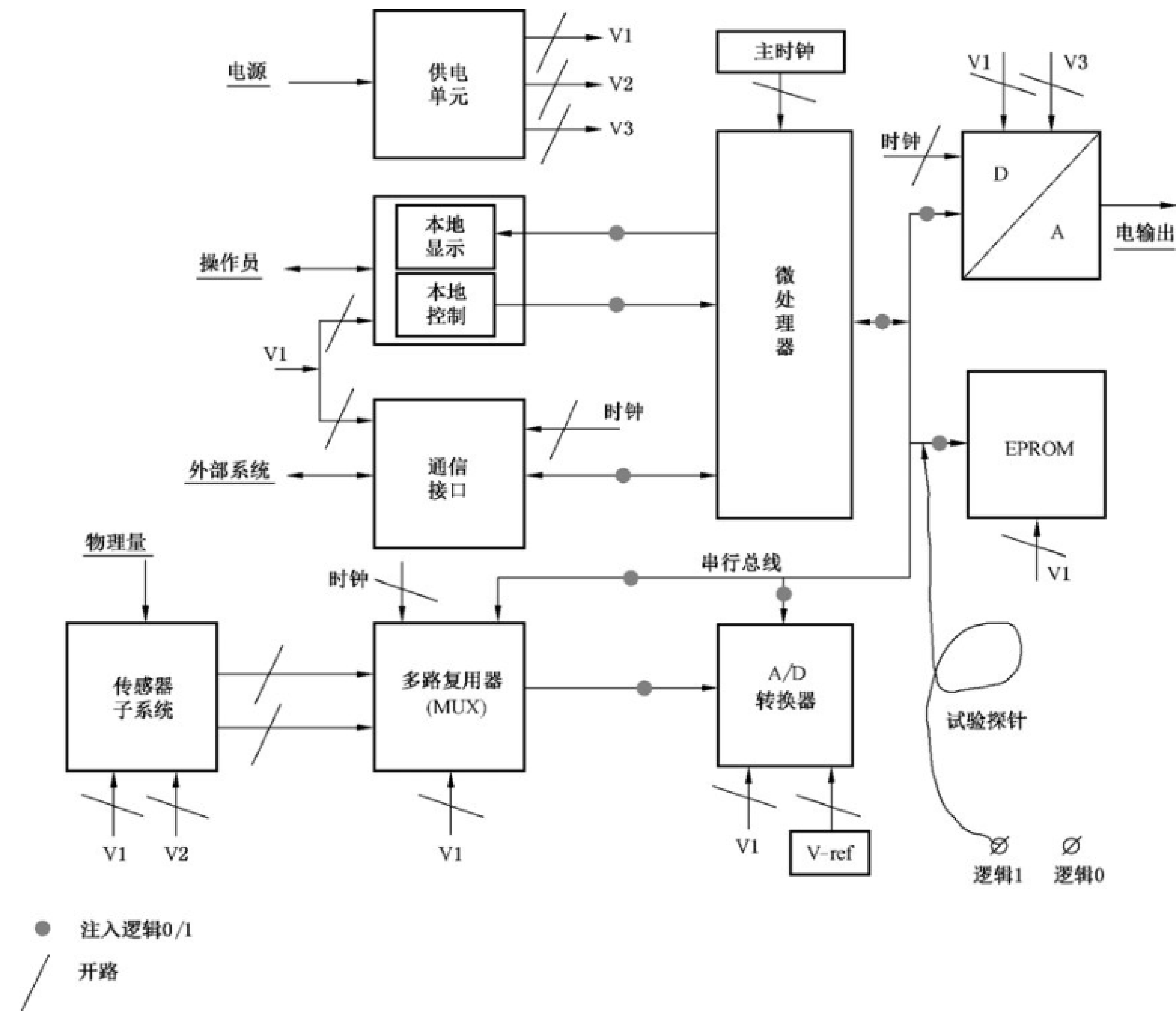


图 F.1 工业过程测量智能变送器的原理图(示例)

F.4 内部变送器故障的故障引入试验

- 试验由以下两个阶段组成。
- 第一阶段:制造商的专家提供变送器设计的详细解释。根据专家的解释,评估员辨识设计中最关键的区域。
- 第二阶段:评估员定义插入故障的实际位置。此外,专家和评估员应讨论引入故障的方法。在这个阶段的最后,预期的输出是一个工作计划和矩阵表(见图 F.3),用于试验的执行和报告。可以区分四种类型的故障。
- 电源电压、主时钟和辅助时钟的丢失,如图 F.1 所示,由斜线表示。
 - 集成电路故障会导致控制、地址或数据线路上的输出信号丢失(参见图 F.1 中的点)。这意味着这些线路上连续出现逻辑状态“0”或“1”。这些故障可通过试验探针强制将实验点设置为

“0”和“1”来注入,即交替连接到仪表的逻辑状态“0”或“1”。如果其中涉及到的电路有低的电阻,则可能无法进行这样直接的试验,因为这可能导致整个仪表断电。在这种情况下,线路被断开,在大多数情况下,仍然可以使用如图 F.2 所示的开关进行试验。此外,使用该试验工具,还可以模拟 IC 输入信号的丢失。这对于来自一个共享源并进入不同电路的信号很重要,如图 F.1 中的内部串行总线。

- 通过断线模拟信号的丢失,如图 F.1 中斜线所示。这种类型的故障也可以使用图 F.2 所示的试验工具进行试验。
- 图中未画出的是一些单个组件的故障(电阻、二极管、电容器、晶体管等)。故障模式可以是开路或短路。

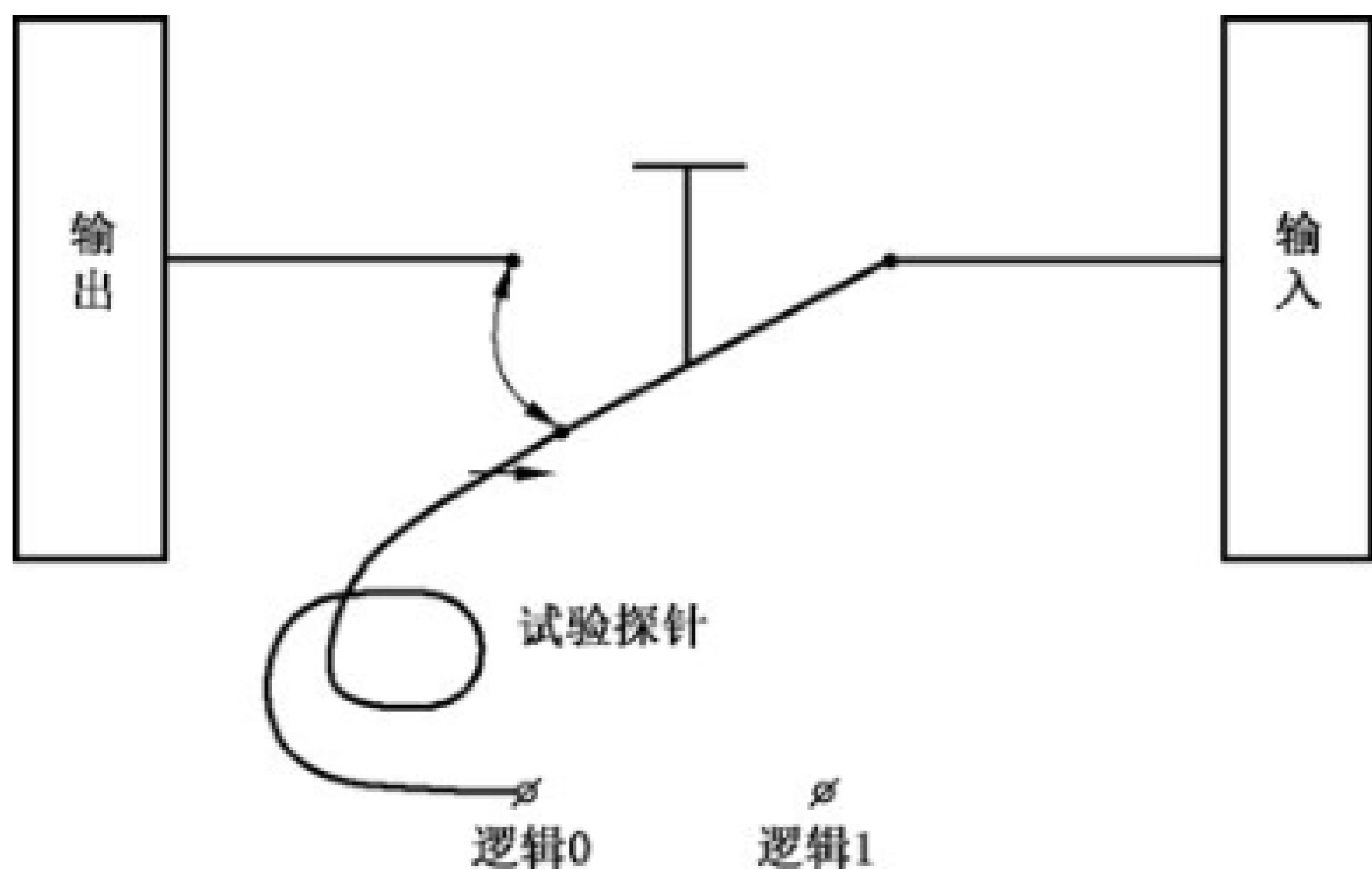


图 F.2 低阻抗电路和共享电路的试验工具

注：这些试验的进一步指导也可在 IEC 61069-5 和 IEC 62098 中找到。

F.5 观察

F.5.1 通则

对于在独立应用程序中或在构成多仪表现场总线系统中的内部故障,以下四个一般性问题,对于检查和观察变送器的行为至关重要。对于每个评估 这些问题都需要根据变送器的设计和通信链接的具体情况进行调整,如下所示。

- a) 变送器和数字通信系统功能是否受到影响?
 - 在独立情况下,使用斜坡信号输入时,应不影响输出的正常更新速率;
 - 在通信链路配置情况下,与链路主机的通信应不受影响,并且链路上其他仪表的操作也应不受影响。
- b) 变送器和通信系统是否报告故障?
 - 在可接受的时间内,通过在线诊断自动地报告?
 - 通过定期试验自动地报告?
 - 使用离线诊断,通过手动请求报告?
 - 报告出现在:
 - 操作员显示界面上?
 - 维护显示界面上?
- c) 在发生故障时,变送器或通信系统是否采取保护措施,以便:
 - 通过冗余部分继续操作?
 - 使用备用设施继续(降级)操作?

- 提供故障隔离？
- 当无法继续安全运行时提供关机？
- d) 是否有可能进行在线修复且不影响通信系统的运行？
 - 故障报告是否为更换故障部分提供了正确的信息？
 - 在不影响数字通信系统的情况下，是否可以更换有问题的部分？
 - 在替换后，已修复的模块是否自动重新启动并在线运行？
 - 数字通信系统的运行是否受到已修复模块重新启动和上线的影响？
 - 修理需要哪些工具？

F.5.2 故障行为的报告和定级

图 F.3 的矩阵给出了如何收集和报告数据的示例。在本例中，变送器具有模拟的电信号(mA)输出和本地控制。需要说明的是，对于每次评估，矩阵都需要根据被评估变送器的设计进行修改(例如，当仪表没有本地显示时，可以删除矩阵中相关的行)。在本例中，各个行的组织如下。

- 第 5 行至第 25 行给出了电子输出信号、现场总线上的数字输出信号和本地显示上的输出的功能可用性。
- 第 8 行、第 15 行和第 22 行可以表示故障安全条件(安全性)。故障状态下，与这些行之间的差异可能包含查找故障模块或组件的诊断信息。
- 第 26 至 30 行给出了仪表在故障状态下的完整性。
- 第 31 行和第 32 行给出了在发生故障时的备份程度。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
2	注入故障的描述 执行检查	供电系统	MUX, A/D 转换器	通信模块	微处理器	内存 (EPROM)	DAC 模块	本地控制/显示	离散组件
3									
4	参考号码								
5	电气输出跟随输入？								
6	电气输出冻结在最后值上？								
7	未定义值的电气输出？								
8	电气输出到 0%？								
9	电气输出到 100%？								
10	电气输出不稳定？								
11	电气输出在预定值上？								
12	现场总线输出跟随输入？								
13	现场总线输出冻结在最后值上？								
14	现场总线输出在未定义值上？								
15	现场总线输出到 0%？								
16	现场总线输出到 100%？								

图 F.3 用于故障行为报告的矩阵

17	现场总线输出不稳定？								
18	现场总线输出在预定义的位置上？								
19	本地显示跟随输入？								
20	本地显示冻结在最后值上？								
21	本地显示在未定义的位置上？								
22	本地显示为 0%？								
23	本地显示 100%？								
24	本地不稳定？								
25	本地显示在预定义的位置上？								
26	通信是否正常？								
27	本地显示上出现报警？								
28	在主机操作员显示上收集报警？								
29	主机诊断显示上有报警？								
30	报警的类型								
31	可以本地手动控制？								
32	从主机进行手动控制？								

图 F.3 用于故障行为报告的矩阵（续）

当变送器具有智能和自检功能时，期望仪表在出现故障后立即（或在合理的时间）发出自检报警消息。最好宜能区分非致命错误和致命错误。

——非致命错误：在这种情况下，维持正常的操作模式。

进入故障安全的变送器在这种状态下，任何与故障安全的偏差都，是不可接受的。

当仪表配备了通过手动控制强制仪表进入安全状态的方法时，安全性可能会进一步提高。

图 F.4 的矩阵为致命错误和非致命错误给出了在这些试验期间可能出现的事件组合的严重性等级。

制造商应展示变送器的自检软件具有检测和显示错误的能力。它可以通过覆盖率来表示。

致命错误			
报警	故障安全	手动控制	严重程度
否	否	否	12
否	否	是	11
是	否	否	10
是	否	是	9
否	是	否	8
否	是	是	7
是	是	否	6
是	是	是	5
非致命错误			
报警		手动控制	严重程度
否		否	4
否		是	3
是		否	2
是		是	1

图 F.4 各种故障模式类型的排序

F.6 人为错误

F.6.1 错误操作试验

错误操作指操作员和工程师在变送器处于正常操作状态时所造成的错误和故障。这些错误和错误可能是：

- 不正确或不完整的代码/命令，用于控制以及调用显示和可访问参数；
- 在连接到主机的键盘、触摸屏或其他输入设备上，进行随机操作；
- 通过本地和远程控制，在短时间内输入大量的命令，创造了溢出条件；
- 未经授权的访问尝试：例如使用被禁止或受约束的命令，操作变送器和影响机械功能（键盘锁等）。

在这些试验之前，变送器应该调整到正常运行模式，没有任何故障或故障指示。在试验过程中，仪表应正常工作。在引入故障后，应检查仪表：

- 暂时或连续的运行中断、与外部系统的通信中断、或损坏；
- 警告和报警信息的出现和存储；
- 在显示上，有消息失真或显示不正确的消息和数据。

F.6.2 维护错误试验

在执行试验之前，制造商的专家会解释仪表的可维护性。评估者定义，要引入的错误，可以互换的模块，它们如何装配在一起，如何通过接线和连接器相互连接，是否有插入的跳线，等。考虑到维护人员在更换模块时可能会进行错误的连接，可能会忘记插入跳线等，因此评估者应建立一个错误类型的列表用于测试。该列表应包含在图 F.4 的矩阵中。评估员可以使用以下列表，作为参考用于定义要引入的

维护错误,例如:

- 通过跳线开关或 DIP 开关设置不正确的地址;
- 电源接线、连接器、印刷电路板的反向连接(如果可能的话);
- 将连接器放置在不正确的位置(如果接线长度允许的话);
- 不连接连接器而保持断路;
- 执行不完整或不正确的启动程序;
- 使仪表处于错误的安全等级;
- 在多点数字通信系统中重复使用相同的地址;
- 在执行机械调整时,接触相邻部件而引起短路。

在引入错误之前,应将变送器置于允许(通常是在电源关闭的情况下)更换模块或进行维护的状态。引入错误后,执行所有要求的操作(打开电源,校准,调整等)来重新激活维修后的仪表。

F.6.3 期望和报告

将要引入的错误列表包含在图 F.3 的矩阵中。可以按照图 F.4 的矩阵进行排序。以下是这些试验的期望和假设。

- 人为故障和错误不应在由变送器测量和/或控制的过程中,导致危险情况。仪表不宜受到误操作的影响,宜尽可能自动纠正人为错误或向操作人员发出警告。
- 仪表的访问、试运行和操作的程序,应简短、透明、自解释和自校正(容错)。
- 设计应以下列方式防止错误的维护行为。
 - 机械措施,如不对称、机械闭锁、不同的电线长度等(第一道防线;内在安全)。
 - 上电时防止启动的功能(第二道防线)。在这种情况下,纠正错误之后,移除错误,并检查仪表任何永久性影响和损坏,然后重新上电。
 - 上电成功后,报告故障状态的能力(第三道防线)。在这种情况下,所有图 F.3 的矩阵中陈述的问题都需要回答。

防止不正确的维护操作的前两个选项是内在安全的,第三种可能是危险的。

附录 G
(资料性)
数字变送器的吞吐量试验

G.1 通则

下面描述的程序,用于在功能上组织为时间苛刻的多任务处理系统的变送器。其中的任务可以被用户修改、打开或关闭或加速。变送器可以在独立应用程序中运行(见图 G.1),也可以作为现场总线系统的一部分运行(见图 G.2)。

注 1: 图 G.2 代表基金会或 HART 7 现场总线的一个示例,没有涵盖所有类型的现场总线。
在现场总线系统中进行吞吐量试验,可能需要链接一个以上(可能连接最大数量)的仪表。主机电脑应配备现场总线接口和现场总线相关软件,用于读取输出数据,并配备操作员对仪器的访问接口。应注意的是,需要对主机电脑进行说明,因为它们对现场总线系统的动态性能有影响。

注 2: 对于具有固定功能且不提供并行用户访问功能的变送器,这些试验可以忽略。

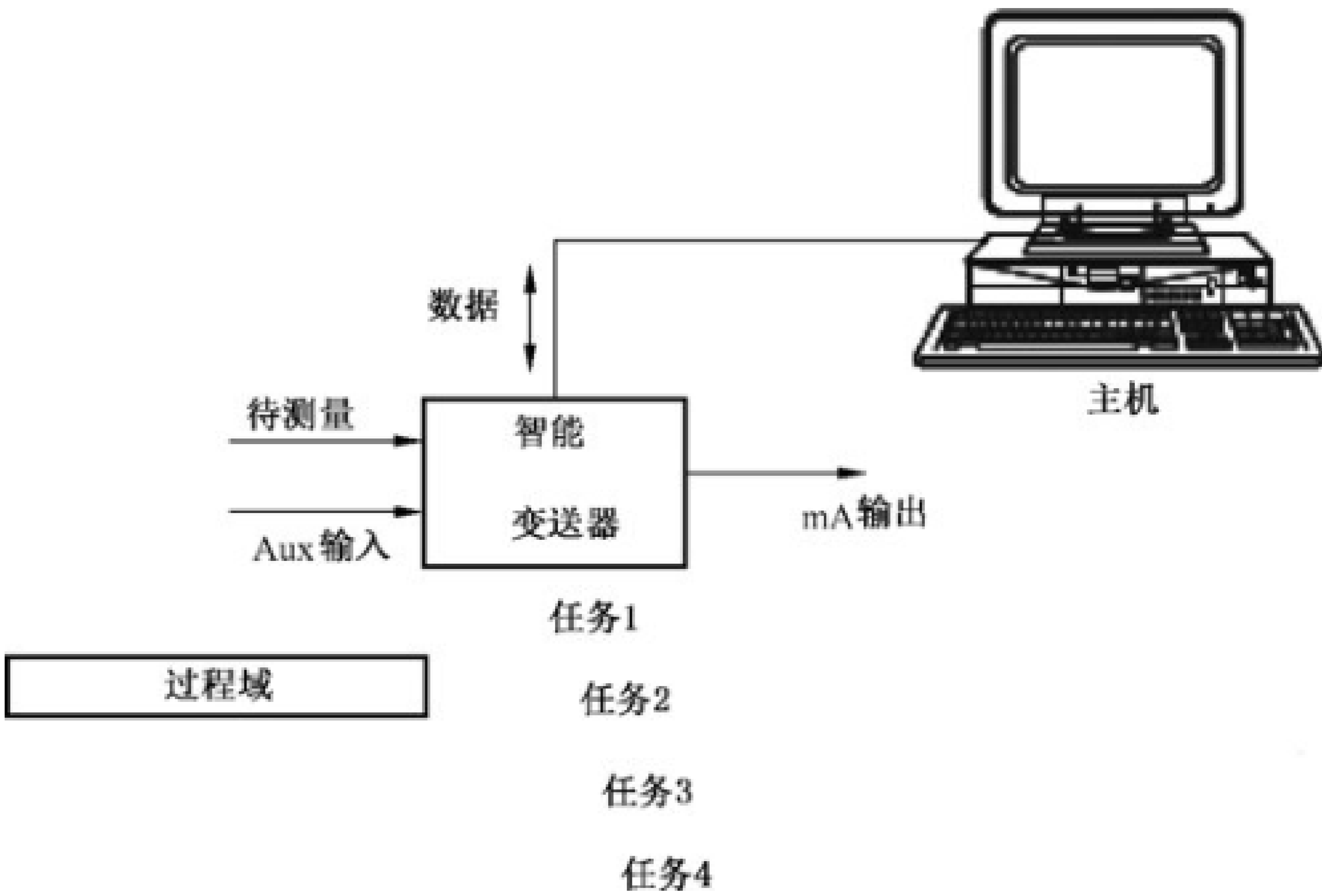


图 G.1 单独配置中的变送器

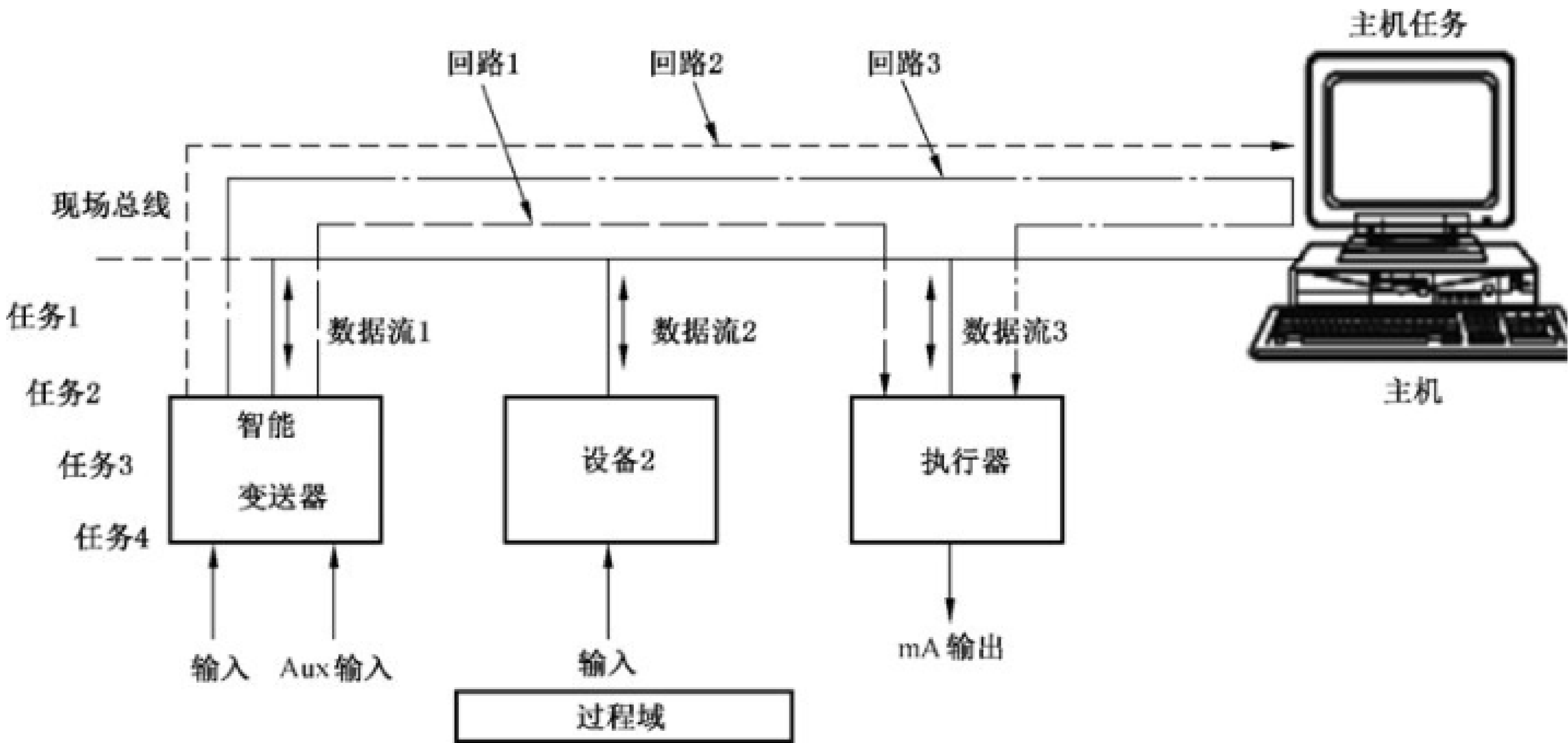


图 G.2 作为现场总线安装参与者的变送器的示例

G.2 单独条件下的变送器吞吐量

G.2.1 参比条件

- 分析功能设计(见图 G.1),并定义可以并行执行的相关任务。
 - 定义变送器对于基本操作必需的基本负载和最小规模的应用程序,并尽可能多地关闭任务。可调的循环时间应设置为约定的值。
 - 为变送器及其与主机电脑连接的通信接口,定义和测量的平均循环时间。对于循环时间的测量,应使用斜坡信号输入到变送器。
 - 测量基本负载下相关类型的显示器的调用时间(过程到操作员)和访问时间(操作员到过程)。这些作为参考,用于比较在软件负载增加时的行为。
- 制造商还应提供以下信息:
- 与循环时间有关的吞吐量限制,以及达到这些限制时预期的效果,以及防止超过吞吐量限制而采取的措施列表;
 - 关于多任务处理软件的结构和各种任务的优先级分配的信息。

G.2.2 试验条件

在独立试验中变送器应与辅助设备(计算机或手持终端)连接,以便读出和访问,如图 G.1 所示。输入应连接三角波发生器。输出应被记录。应按以下方式增加软件的负载:

- 按顺序打开可用的各种任务;
- 减少主要测量任务和其他任务的循环时间(尽可能地调整)。

G.2.3 观测和测量

在每次试验期间,应进行以下观察和测量。

- 平均循环时间。在应用的试验条件下,变送器的平均循环时间可能:
 - 不受影响;
 - 减慢;
 - 暂时停止;
 - 一直停止。
- 信息的丢失。
- 相关的诊断信息。

G.3 现场总线配置中的吞吐量

G.3.1 参比条件

- 分析变送器的功能设计和现场总线系统。然后,定义被测变送器、现场总线系统的各种仪表和主机的相关数据流(见图 G.2)。
- 定义变送器(如上所述)和现场总线系统的基本负载。现场总线系统的基本负载宜包括最小硬件配置和最小规模的应用程序。
- 定义和测量变送器的平均循环时间。对于循环时间的测量,变送器的输入应使用斜坡信号。输入信号由主机电脑产生,或由某个仪表产生。它应以用户可以调到的最高优先级发送到变送器。
- 在基本负载下测量相关类型的显示的调用时间(过程到操作员)和访问时间(操作员到过程)。

这些数据作为参考,用来比较增加软件负载时的行为。

应了解仪表和现场总线系统的以下信息。

- 程序和方法,用于根据不同循环时间,计算和/或预测负载因子;所用任务的执行时间;和连接在现场总线上的仪表数量。
- 与循环时间相关的吞吐量限制,当达到该限制时预期的效果,以及防止超过限制而采取的措施的列表。
- 与现场总线配置相关的调用和访问时间。
- 关于缓冲区大小和消息传递机制的信息。
- 关于多任务软件结构和优先级分配的信息。

G.3.2 试验条件

除主机电脑之外,任何其他的电脑或手持终端都不应连接到任何仪表上。

通过以下方式逐渐增加硬件的负载和软件的负载,在主要数据流路径上应进行测量和进一步观察。

- 将活动仪表的数目增至最高。

注:为了限制试验的成本,此试验条件可以限制为,增加现场总线上仪表数量到一个任意的约定值。

- 在主机电脑上激活趋势任务。
- 激活报警处理任务,并使用以下方式触发它:
 - 根据预先设定的长度,从仪表发出过程报警;
 - 持续稳定的过程报警速率。
- 报告请求。
- 将配置上载到某个仪表,或从该仪表下载。

G.3.3 观测和测量

在每个试验条件下,应观察仪表和现场总线系统的行为,包括其操作员界面。应进行以下观察和测量。

- 变送器的平均循环时间是否:
 - 不受影响;
 - 速度下降(测量);
 - 暂时停止(测量);
 - 一直停止。
- 操作员调用命令时,操作员在操作员界面(测量)上访问 I/O 设备时,速度下降。
- 系统报警信息显示过载。
- 速率试验确定到达溢出和/或消息丢失(测量)的点,特别用于报警、突发和稳定报警。
- 在操作员界面的正确时间标签(事件序列)。
- 信息损失。
- 相关诊断信息。

G.3.4 预防措施

在为特定的现场总线系统设计试验程序时,要考虑到变送器、现场总线和其他仪器之间固有的交互方式,或可以与用户进行交互的方式。例如,设置错误的优先级级别,或假设有使用,但系统中没有使用的,数据传输方法,可能导致错误的试验方法和结论。应注意,根据变送器给出的规则,来设置主机电脑及其现场总线接口。主机不得用于在非现场总线相关应用中处理和存储试验的数据,以免干扰现场总线的任务。

附 录 H
(资料性)
FAT, SAT 和 SIT

H.1 概述

FAT、SAT 和 SIT 的评估很明显超出了本文件的范围,由 IEC 62381:2012 规定,但如果与具体应用相关,并且用户和制造商协商一致,则可能要求进行额外的调查。

在变送器安装之后和在运行期间,建议定期对额定准确度按照 ISO 10012 进行验证。

H.2 工厂验收试验(FAT)(准确度测试和其他)

这些试验,是型式试验的子集,代表验证生产一致性的最合适的试验。通常,根据变送器的性质、特性和应用,最常用的试验是:

- 准确度试验,也可以用更简单的程序进行(例如,按每隔 25%的比例,进行一次简单的上行程和下行程遍历试验);
- 超量程试验;
- 介电强度试验;
- 绝缘电阻试验。

H.3 现场验收实验(SAT)(目视检查和校准试验)

通常,除了目视检查外,还通过校准验证来检查功能和性能,并在必要时通过调整零点和量程进行重新校准。然后,通过输入的增加和减少(例如,至少在量程的每个 25%处)的一个测量循环,来重新对校准进行验证。

H.4 现场集成试验(SIT)(通信的附加试验)

如果存在模拟形式和数字形式的输出信号传输,通常要求,直接通过便携式通信设备或通过连接到控制室的仪表接口,进行传输/接收的功能检查。

附录 I
(资料性)
技术文档

I.1 概述

本附录详细列出了一系列文档,可随上市的变送器一起提供,或使之能够获取。
根据制造商的选择和客户的要求,文档可以是纸质的、电子的、网站上的等。对于什么内容应放在文档哪一部分中,没有实际的划分,因为每个制造商和每个客户都以不同的方式来决定。
一般来说,大部分,如果不是全部,所需的信息可以用 LOP 来表示。
在与变送器的使用有关时,可能要为每个上市的变送器提供以下文档:

- 技术数据表;
- 说明书;
- 安全手册(适用于 SIL 等级的变送器);
- EC 一致性声明(适用于欧洲市场);
- 危险区域可使用的证明;
- 校准证明;
- 备件清单;
- 电子部件、LOP 等。

I.2 技术数据表

技术数据表宜包含关于变送器功能的所有相关信息。这些信息可能包括操作限制、环境限制、电气特性、性能规范、物理数据、电气连接、尺寸数据和订购信息。

表 I.1 列出了可包括的信息的一个示例 这是一个通用的示例 额外的数据可能对特定变送器有用(例如,对于压力变送器,电池在最高规定温度下的真空稳定性)。

这个表可以用作检查列表,以验证期望信息的可用性,或者作为试验的结果,或者作为手册和文献。
数据表中宜明确标明版本号和版本日期,并且数据表中描述的变送器宜遵守所列出的所有规定。
除非完全指定评估方法,否则不建议使用所谓的“典型值”。

最重要的是,对于计量性能的评估,以下的规范是重要的:

- 测量误差,包括非线性、回差和不重复性;
- 长期稳定性;
- 环境温度对零点输出和量程的影响;
- 管路压力(静压)的影响。

除非另有申明,所有百分比的信息宜基于输出量程。指定单位的分数或倍数是允许的。

表 I.1 一般变送器编制技术数据的示例

序号	技术信息和规定	单位	注释	试验/手册/ 其他文档
1	一般信息			
1.1	制造商或供应商名称			
1.2	型号号			
1.3	硬件和软件版本的状态		除了硬件版本号外,还需要软件版本号。版本号在设备上宜始终是可读的	
1.4	变送器类型的指示(例如压力变送器的示例:表压、绝对压力、差压)			
1.5	测量原理			
1.6	参比条件: <ul style="list-style-type: none">• 温度;• 大气压;• 相对湿度;• 标称位置;• 电源电压;• 输出负载;• 接地;• ...	<div>℃</div> <div>kPa</div> <div>%</div> <div>V</div> <div>Ω</div>		
1.7	接口 <ul style="list-style-type: none">• 通信接口			
2	输入特性			
2.1	测量范围			
2.2	过范围限制			
2.3	最大可变值			
3	输出特性			
3.1	输出范围	mA、V 或 mV/V		
3.2	零输出误差(偏移)	mA、V、mV/V 或 %		
3.3	量程比	X : 1		
3.4	环境温度对输出零点和量程的影响	%,%/10℃	从-10℃到+60℃的主动补偿,单位为%。超出此范围将被指定为%/10℃	
3.5	端基误差	输出范围的百分数		
3.6	过程变量的影响	输出范围的百分数		

表 I.1 一般变送器编制技术数据的示例（续）

序号	技术信息和规定	单位	注释	试验/手册/ 其他文档
3.7	超过 12 个月的长期稳定性	输出范围的百分数	可能会另外指定其他的 时间周期,例如 30 天	
3.8	阶跃响应时间	s 或 ms		
3.9	输出负载	Ω		
3.10	高压试验类型(IEC 标准规定)	V		
3.11	最大相对湿度	%		
3.12	总误差			
4	电源			
4.1	频率要求的电源电压规范,以确保 可靠的通信	V, Hz		
4.2	功耗	mW		
4.3	直流最大纹波含量	电源电压的 百分比或 mV		
5	环境条件			
5.1	额定温度范围	℃		
5.2	环境温度范围	℃		
5.3	储存温度范围	℃		
5.4	中等温度范围	℃		
5.5	电磁兼容性(EMC)		例如根据 IEC 61326 系列 标准要求	
5.6	抗冲击性(冲击)		符合 IEC 60068-2 的要求	
5.7	抗振性 符合	的要求	IEC 60068-2	
5.8	防爆		符合 IEC 60079/ATEX 94/9 EC 的标记	
5.9	防护等级		符合 GB/T 4208—2017 的要求	
5.10	与环境接触的组件的材料			
6	机械性能			
6.1	过程连接			
6.2	浸湿部分或与过程变量接触部分 的材料		基于带有材料编号的标 准的清晰规定要求	
6.3	电气连接			
6.4	安装位置			
6.5	尺寸	mm		
6.6	重量	kg		

表 I.1 一般变送器编制技术数据的示例（续）

序号	技术信息和规定	单位	注释	试验/手册/ 其他文档
7	批准和证书		列表	
8	诊断功能			
8.1	自检		列表	
8.2	过程诊断		列表	
8.3	电气接口诊断		列表	

I.3 用户手册

用户手册可能包含以下方面的相关信息：

- 安全；
- 变送器标识、标记、搬运和储存；
- 安装说明；
- 接线说明；
- 试运行；
- 功能的信息和说明；
- 维护信息；
- 爆炸和危险区域的相关信息；
- 符合性声明；
- 客户支持信息和疑难解答。

I.4 安全手册

安全手册适用于 SIL 等级的变送器，可以是单独文件的一部分，也可以是说明手册的一部分。安全手册的内容在相关适用标准 IEC 61508 中有明确定义。要求的数据宜由供应商提供。

I.5 试运行、定期、维护试验

I.5.1 通则

关于这些方面，制造商应提供与变送器相关的所有信息。特定应用（如安装适配器）的特殊安装要求超出了本文件范围内。如果安装需要特定的设备，如特殊密封件等，则也应进行提供。

I.5.2 存储条件

存储条件定义不影响声明性能的情况下变送器的存储的限制。

变送器储存环境条件（正常气候条件、特殊气候条件、生物条件、存在机械或化学活性物质）的完整分类见 IEC 60721-3-1。

I.5.3 运输条件

运输条件规定了在不影响声明的性能的情况下,可搬运和运输变送器的限制。

变送器运输的环境条件(正常气候条件、特殊气候条件、生物条件、存在机械或化学活性物质)的完整分类见 IEC 60721-3-1。

I.5.4 安装位置

变送器应按照制造商的说明进行安装,通常垂直安装,使用制造商提供的合适支架,安装在 DN50 (2in)的管道上或墙上。

如果变送器安装在制造商规定的其他位置或与变送器最初校准位置不同的位置,则可能需要在实际安装位置重新校准。这种重新校准对于机械式过程测量变送器(例如带膜传感器的机械式变送器)通常是必要的,而对于固态技术的变送器(例如用于温度测量的变送器)通常不是必要的。

I.5.5 过程连接

对于不同的变送器,过程连接可能有所不同,并且过程连接宜适应变送器的结构、所评估的变量、外部条件等。此外对于某些变送器(例如压力或流量变送器),应考虑使用合适的密封材料。

过程连接应符合规范的要求。

I.5.6 机械连接

数据表中规定用于过程连接设计的标准。应规定用于暴露在介质中的所有部件(湿润部件)的施工材料。

I.5.7 输出连接

模拟变送器(如两线制变送器)和数字变送器(如现场总线,有线的或无线的)的输出连接应符合制造商的要求。

I.6 欧盟符合性声明

对于欧洲市场,欧盟符合性声明表明符合了欧洲规范(如 ATEX、EMC、PED 等)。

I.7 应用于危险区域的证书

在最新版本中提供和发布相关的 Ex 证书。随变送器提供的证书应与设备标记一致。

I.8 校准证书

校准证书至少提供 3 个校准点。根据客户要求,可提供具有更多校准点的证书。

I.9 备用零件清单

为了维护和维修变送器,应提供备件清单。

I.10 标记

操作说明中可提供对于标记的详细说明。

附录 J
(资料性)
总概率误差的计算

本附录给出了计算总概率误差或总误差的示例。
显然,变量和其值应根据特定的情况来决定,取决于变送器的类型、过程变量、已知参数等。
此示例中,总概率误差的计算考虑了以下的参数 A, B, C 和 D ,并按式(J.1)计算:

$$\begin{aligned} \text{TPE} &= \pm \sqrt{A^2 + B^2 + C^2 + D^2} \\ &= \pm \sqrt{(\pm 0.20\% \text{FS})^2 + (\pm 0.50\% \text{FS})^2 + (\pm 0.25\% \text{FS})^2 + (\pm 0.20\% \text{FS})^2} \\ &= \pm 0.63\% \text{FS} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (\text{J.1})$$

式中:

- TPE —— 总概率误差;
- A —— 准确度, $\pm 0.20\% \text{FS}$;
- B —— 环境温度影响($-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +80\text{ }^{\circ}\text{C}$), $\pm 0.50\% \text{FS}$;
- C —— 零点和量程设置偏差, $\pm 0.25\% \text{FS}$;
- D —— 长期稳定性(1年), $\pm 0.20\% \text{FS}$ 。

如果长期稳定性的贡献与其他随机误差独立,则 TPE 会变得更高:

$$\begin{aligned} \text{TPE} &= D \pm \sqrt{A^2 + B^2 + C^2} \\ &= \pm 0.20\% \text{FS} \pm \sqrt{(\pm 0.20\% \text{FS})^2 + (\pm 0.50\% \text{FS})^2 + (\pm 0.25\% \text{FS})^2} = \pm 0.79\% \text{FS} \quad \dots (\text{J.2}) \end{aligned}$$

参 考 文 献

[1] GB/T 2900.56—2008 电工术语 控制技术

[2] GB/T 2900.77—2008 电工术语 电工电子测量和仪器仪表 第1部分:测量的通用术语

[3] GB/T 2900.83—2008 电工术语 电的和磁的器件

[4] GB/T 2900.99—2016 电工术语 可信性

[5] GB/T 18271.2—2017 过程测量和控制装置 通用性能评定方法和程序 第2部分:参比条件下的试验

[6] GB/T 20818.1—2015 工业过程测量和控制 过程设备目录中的数据结构和元素 第1部分:带模拟量和数字量输出的测量设备

[7] IEC 60050-351:2013 International Electrotechnical Vocabulary—Part 351: Control technology

[8] IEC 61298-2:2011 Process measurement and control devices—General methods and procedures for evaluating performance—Part 2: Tests under reference conditions

[9] IEC 61360-4:2005 Standard data element types with associated classification scheme for electric components—Part 4: IEC reference collection of standard data element types and component classes

[10] IEC 61987-13:2016 Industrial-process measurement and control—Data structures and elements in process equipment catalogues— Part 13: Lists of properties (LOP) for pressure measuring equipment for electronic data exchange

[11] IEC 61987-14:2016 Industrial-process measurement and control—Data structures and elements in process equipment catalogues—Part 14: Lists of properties (LOP) for temperature measuring equipment for electronic data exchange

[12] IEC TS 62098:2000 Evaluation methods for microprocessor based instruments

[13] IEC 62262 Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK Code)

[14] IEC 62382:2014 IEC 62382:2014 2nd Edn. Control systems IEC 62382:2014 2nd Edn. Control systems—Electrical and instrumentation loop check

[15] CISPR 11:2015 Industrial, scientific and medical equipment—Radio-frequency disturbance characteristics—Limits and methods of measurement

[16] OIML D 10:2007 Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments

[17] UKAS, M3003, Edition 2, 2007, The Expression of Uncertainty and Confidence in Measurement

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准

工业过程测量变送器试验的参比条件和程序

第 1 部分：所有类型变送器的通用程序

GB/T 42567.1—2023/IEC 62828-1:2017

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: www.spc.net.cn

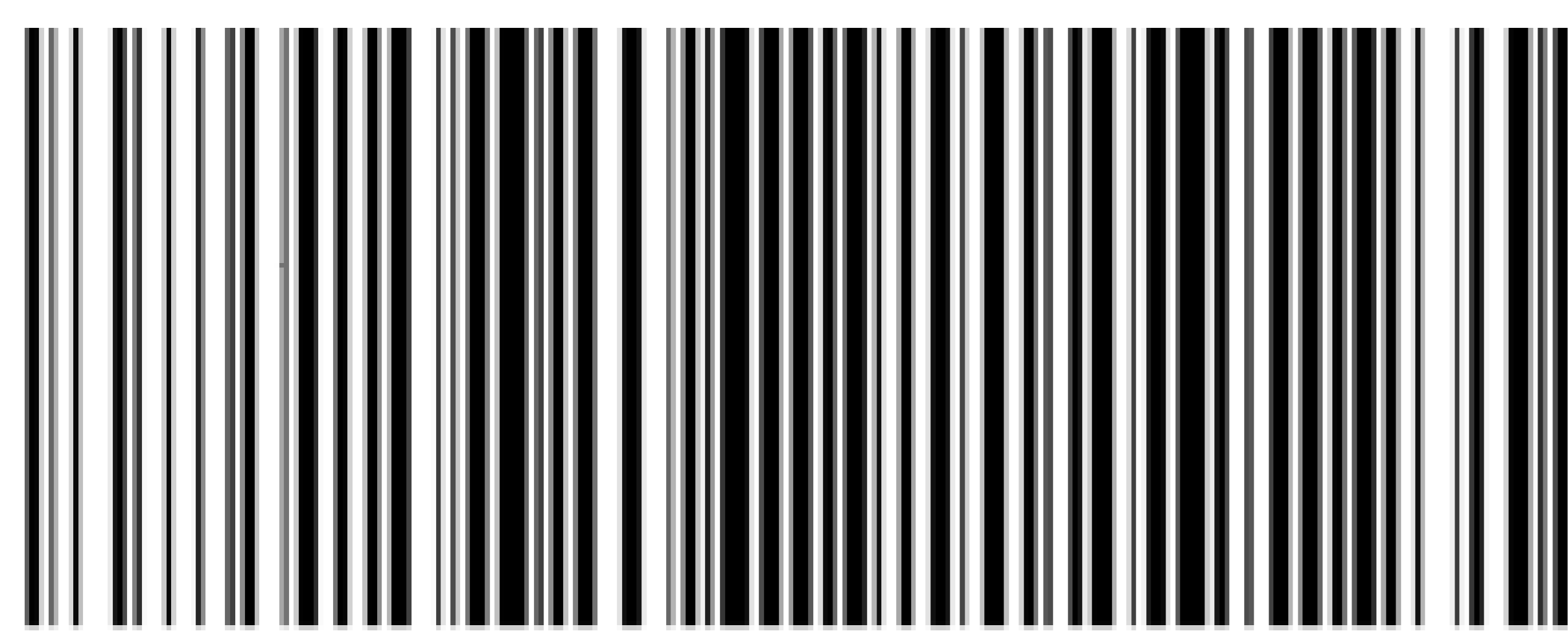
服务热线: 400-168-0010

2023 年 5 月第一版

*

书号: 155066 · 1-72568

版权专有 侵权必究



GB/T 42567.1-2023



码上扫一扫 正版服务到