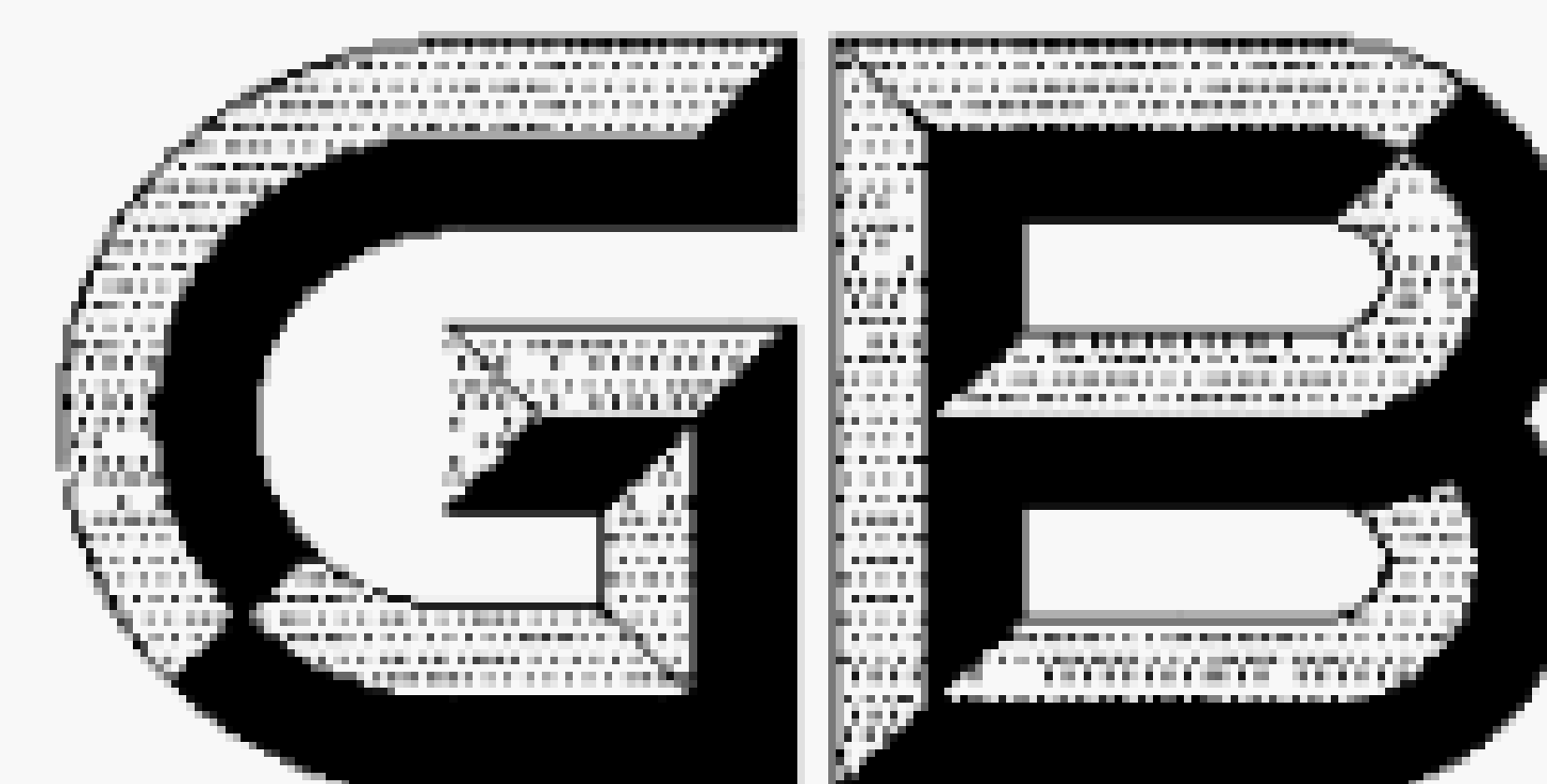




中华人民共和国国家标准

GB/T 17215.303—2022

代替 GB/T 17215.303—2013

交流电测量设备 特殊要求 第3部分：数字化电能表

Electricity metering equipment (AC)—Particular requirements—
Part 3: Digital input electricity meter

2022-04-15 发布

2022-11-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 V

引言 VII

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 缩略语 4

5 分类及标准的电量值 4

 5.1 分类 4

 5.2 标准的电量值 5

6 结构 6

 6.1 通用要求 6

 6.2 机械试验 6

 6.3 窗口 6

 6.4 封印规定 6

 6.5 显示 6

 6.6 测量值的存储 7

 6.7 输出 7

 6.8 电脉冲输入 7

 6.9 工作指示器 7

 6.10 接口 7

7 仪表的标识和文件 9

 7.1 铭牌 9

 7.2 端子标识 10

 7.3 符号 12

 7.4 文件 12

8 计量性能要求和试验 12

 8.1 通用试验条件 12

 8.2 准确度验证的方法 13

 8.3 起动电流 13

 8.4 最大允许误差 14

 8.5 重复性 20

 8.6 负载电流升降变差 21

 8.7 误差一致性 21

 8.8 分时仪表和多费率仪表的要求 21

 8.9 计时准确度 21

9 结构安全要求..... 21

9.1 机械危险的防护 21

9.2 保护连接措施 21

9.3 防火焰蔓延 21

9.4 防止灼伤的表面温度限值 22

9.5 防止灼伤的端子温度限值 22

10 气候环境 22

10.1 通用要求 22

10.2 温度范围、环境等级 22

10.3 其他气候条件 22

10.4 气候环境的影响试验 22

11 外部影响 24

11.1 通用要求 24

11.2 电磁兼容(EMC) 24

11.3 工作电源电压改变试验 30

11.4 辅助装置工作试验 30

12 计量性能保护要求 30

13 电气要求 30

13.1 工作电源要求 30

13.2 间隙和爬电距离 31

13.3 介电强度试验 31

14 功能要求 32

14.1 电能计量功能 32

14.2 最大需量测量功能 32

14.3 费率时段设置功能 32

14.4 冻结功能 32

14.5 对时功能 32

14.6 噪声抑制功能 32

14.7 事件记录功能 32

14.8 仪表参数设置功能 33

15 型式试验 33

附录 A (资料性) 数字化电能表接入方式 34

附录 B (规范性) 数字化电能表误差试验方法 36

附录 C (资料性) 仪表常数试验 37

附录 D (规范性) 多次过零波波形及谐波含量分析 38

附录 E (规范性) 合格评定准则 40

附录 F (资料性) 仪表端口 41

参考文献 42

图 1 数字化电能表接入计量链路示意图 VIII

图 2 单采样值输入接口转发试验原理图 8

图 3 多采样值输入接口转发试验原理图 8

图 A.1 单间隔数字化电能表接入示意图 34

图 A.2 跨间隔数字化电能表接入示意图(示例一) 34

图 A.3 跨间隔数字化电能表接入示意图(示例二) 35

图 B.1 标准数字源法 36

图 D.1 电压多次过零波波形 38

图 D.2 电流多次过零波波形 39

图 F.1 数字化电能表的典型端口配置(示例) 41

表 1 标准额定电压 5

表 2 标识和文件要求 10

表 3 试验条件 13

表 4 满足仪表误差限的单一输入条件(平衡负载或单相负载) 14

表 5 电流变化引起的误差试验的强制试验点 16

表 6 重复性限值 20

表 7 负载电流升降变差限值 21

表 8 误差一致性限值 21

表 9 高温试验温度和试验持续时间 23

表 10 低温试验温度和试验持续时间 23

表 11 交流电压暂降和短时中断试验 25

表 12 直流电压暂降和短时中断试验 26

表 13 I 类防护绝缘包封仪表的间隙和爬电距离 31

表 14 II 类防护绝缘包封仪表的间隙和爬电距离 31

表 15 采样值报文异常事件 32

表 D.1 电压多次过零波波形 38

表 D.2 电流多次过零波波形 39

表 E.1 合格评定准则 40

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 17215.3 的第3部分。GB/T 17215.3 已经发布了以下部分：

- GB/T 17215.301 多功能电能表 特殊要求；
- GB/T 17215.302 交流电测量设备 特殊要求 第2部分：静止式谐波有功电能表；
- GB/T 17215.303 交流电测量设备 特殊要求 第3部分：数字化电能表；
- GB/T 17215.304 交流电测量设备 特殊要求 第4部分：经电子互感器接入的静止式电能表；
- GB/T 17215.311 交流电测量设备 特殊要求 第11部分：机电式有功电能表(0.5、1和2级)；
- GB/T 17215.321 电测量设备(交流) 特殊要求 第21部分：静止式有功电能表(A级、B级、C级、D级和E级)；
- GB/T 17215.323 交流电测量设备 特殊要求 第23部分：静止式无功电能表(2级和3级)；
- GB/T 17215.324 交流电测量设备 特殊要求 第24部分：静止式基波频率无功电能表(0.5S级、1S级和1级)；
- GB/T 17215.352 交流电测量设备 特殊要求 第52部分：符号。

本文件代替 GB/T 17215.303—2013《交流电测量设备 特殊要求 第3部分：数字化电能表》，与 GB/T 17215.303—2013 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了“额定一次电压”“额定一次电流”“额定虚拟二次电压”“额定虚拟二次电流”等术语和定义(见 3.5, 3.6, 3.7, 3.8)；
- b) 增加了“缩略语”，补充了数字化电能表相关的英文缩略语，包括 APDU、APPID、ASDU、MAC 和 SVID(见第4章)；
- c) 增加了按照接入合并单元数目分类(见 5.1.1)；
- d) 更改了数字化电能表准确度等级为 0.05 级，删除了其他等级(见 5.1.3, 2013 年版的第4章)；
- e) 更改了数字化电能表的标准电量值(见 5.2, 2013 年版的第4章)；
- f) 增加了显示所有用于采样值输入设置的有关信息要求(见 6.5)；
- g) 更改了误差限，基本误差试验包含电流变化、谐波、电压改变、频率改变、逆相序、负载电流快速变化、高次谐波、额定电压、额定电流改变、采样频率和 ASDU 数目改变、采样值不连续或丢失、采样值输入报文为检修态、采样数据非同步等试验(见 8.4, 2013 年版的 6.5.2)；
- h) 增加了符合 R 46 要求的“计量性能保护要求”，验证方法在本文件中不涉及(见第12章)；
- i) 增加了采样值报文异常事件与特殊设置需求功能(见 14.6, 14.7)；
- j) 增加了数字化电能表接入方式(见附录 A)；
- k) 更改了数字换电能表误差试验方法(见附录 B, 2013 年版的附录 A.1, A.2)；
- l) 增加了仪表常数试验(见附录 C)；
- m) 增加了多次过零波波形及谐波含量分析(见附录 D.1, D.2)；
- n) 增加了合格评定准则(见附录 E)；
- o) 增加了仪表端口(见附录 F)。

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。

本文件由全国电工仪器仪表标准化技术委员会(SAC/TC 104)归口。

本文件起草单位：哈尔滨电工仪表研究所有限公司、中国电力科学研究院有限公司、烟台东方威思顿电气有限公司、国网重庆市电力公司营销服务中心、浙江恒业电子有限公司、深圳市科陆电子科技股份有限公司、深圳市星龙科技股份有限公司、威胜集团有限公司、南方电网电力科技股份有限公司、安特仪表集团有限公司、南方电网数字电网研究院有限公司、国网四川省电力公司营销服务中心、南方电网科学研究院有限责任公司、中国电工仪器仪表质量监督检验中心、黑龙江省电工仪器仪表工程技术研究中心有限公司、华立科技股份有限公司、浙江瑞银电子有限公司、云南电网有限责任公司计量中心、江阴长仪集团有限公司、国网江西省电力有限公司供电服务管理中心、内蒙古电力(集团)有限责任公司内蒙古电力科学研究院分公司、江阴众和电力仪表有限公司、银河电力集团股份有限公司、国网河北省电力有限公司营销服务中心、江苏凌创电气自动化股份有限公司、国网江苏省电力有限公司营销服务中心、航天亮丽电气有限责任公司、石家庄科林电气股份有限公司、浙江万胜智能科技股份有限公司、国网浙江省电力有限公司营销服务中心、内蒙古电力(集团)有限责任公司、青岛乾程科技股份有限公司、深圳市先行电气技术有限公司、河南许继仪表有限公司、浙江晨泰科技股份有限公司、宁夏隆基宁光仪表股份有限公司、宁波迦南智能电气股份有限公司、哈尔滨电表仪器厂(集团)有限公司、中南仪表有限公司、国网山东省电力公司、江苏卡欧万泓电子有限公司、国电南瑞三能电力仪表(南京)有限公司、安徽南瑞中天电力电子有限公司。

本文件主要起草人：白静芬、张立华、陈闻新、蒋依芹、李福超、黄建钟、胡萌、张宗继、张晓东、王慧武、郑可、王双岭、董永乐、曾仕途、王瑜、孙冲、苏宇华、罗强、孟娟、答妮、钱斌、张乐平、葛宗光、费洪海、闫垚锋、刘亚东、李向锋、王强、沈鑫、杨爱军、杨爱超、刘永光、刘宇鹏、鲍进、陈恢云、费贵淮、雷鸣、章恩友、赵四海、金灵丰、张洪瑞、祝栲、朱林、蔡仕柱。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2013 年首次发布为 GB/T 17215.303—2013；
- 本次为第一次修订。

引 言

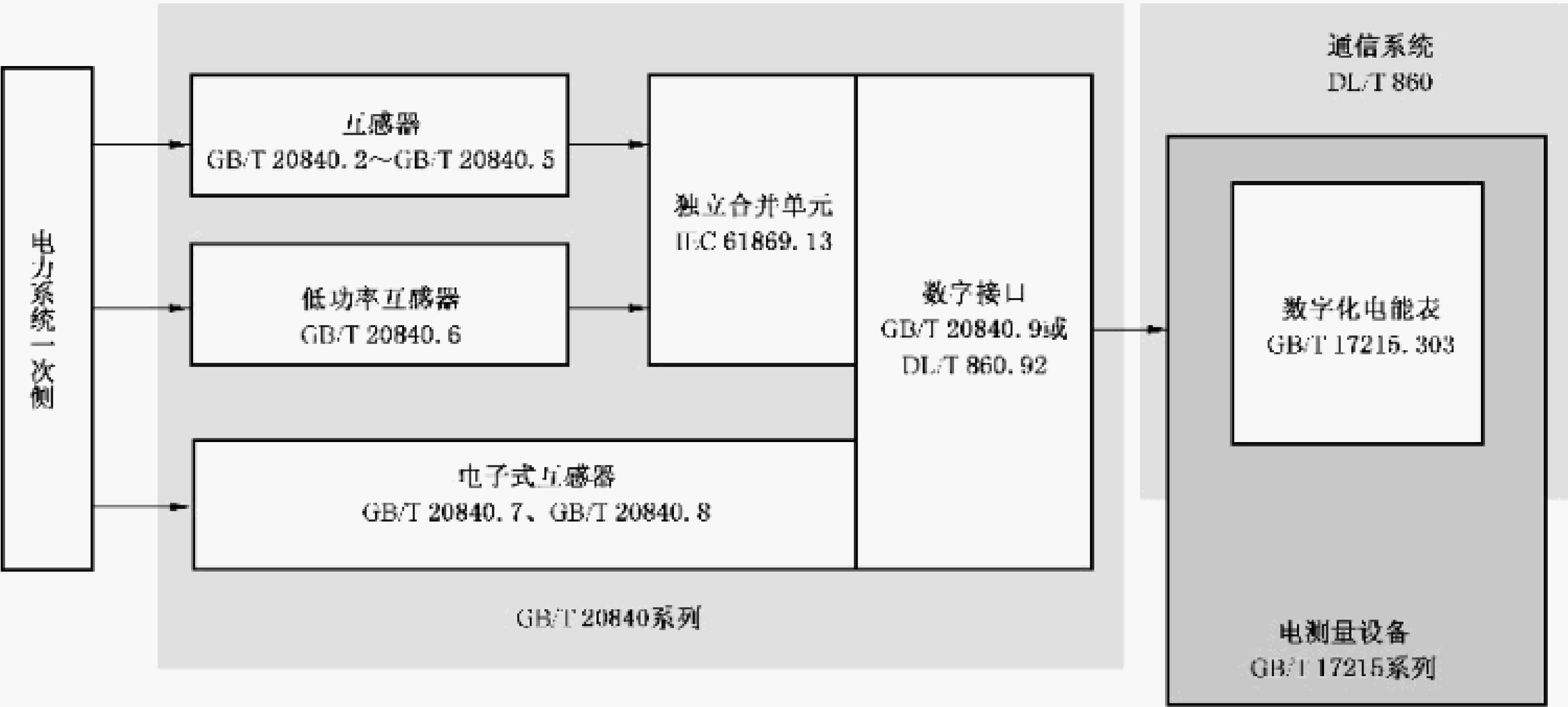
当前,数字化电能表广泛应用于智能变电站,完整的数字化电能表计量链路如图 1 所示。其中,数字化电能表的输入为电子式互感器或独立合并单元的数字输出,由 GB/T 20840(IEC 61869)为互感器的相关技术要求提供标准化。数字化电能表作为一种交流电测量设备,由 GB/T 17215 提供标准化。

GB/T 17215“交流电测量设备”分为若干个部分,GB/T 17215.3“交流电测量设备 特殊要求”为各类交流电测量设备的特殊要求提供标准化,由下列 10 个部分构成:

- GB/T 17215.301 多功能电能表 特殊要求。目的在于规范多功能电能表的技术和试验,确立多功能电能表需要遵循的相关规则。
- GB/T 17215.302 交流电测量设备 特殊要求 第 2 部分:静止式谐波有功电能表。目的在于规范静止式谐波有功电能表技术、准确度和试验,确立静止式谐波有功电能表需要遵循的相关规则。
- GB/T 17215.303 交流电测量设备 特殊要求 第 3 部分:数字化电能表。目的在于规范数字化电能表技术、准确度和试验,确立数字化电能表需要遵循的相关规则。
- GB/T 17215.304 交流电测量设备 特殊要求 第 4 部分:经电子互感器接入的静止式电能表。目的在于规范经电子互感器接入的静止式电能表技术、准确度和试验,确立经电子互感器接入的静止式电能表需要遵循的相关规则。
- GB/T 17215.311 交流电测量设备 特殊要求 第 11 部分:机电式有功电能表(0.5、1 和 2 级)。目的在于规范准确度等级为 0.5 级、1 级、2 级的机电式有功电能表技术和试验,确立准确度等级为 0.5 级、1 级、2 级的机电式有功电能表需要遵循的相关规则。
- GB/T 17215.321 电测量设备(交流) 特殊要求 第 21 部分:静止式有功电能表(A 级、B 级、C 级、D 级和 E 级)。目的在于规范准确度等级为 A 级、B 级、C 级、D 级、E 级的静止式有功电能表技术和试验,确立准确度等级为 A 级、B 级、C 级、D 级、E 级的静止式有功电能表需要遵循的相关规则。
- GB/T 17215.323 交流电测量设备 特殊要求 第 23 部分:静止式无功电能表(2 级和 3 级)。目的在于规范准确度等级为 2 级、3 级的静止式无功电能表技术和试验,确立准确度等级为 2 级、3 级的静止式无功电能表需要遵循的相关规则。
- GB/T 17215.324 交流电测量设备 特殊要求 第 24 部分:静止式基波频率无功电能表(0.5S 级、1S 级和 1 级)。目的在于规范准确度等级为 0.5S 级、1S 级、1 级的基波静止式无功电能表技术和试验,确立准确度等级为 0.5S 级、1S 级、1 级的基波静止式无功电能表需要遵循的相关规则。
- GB/T 17215.352 交流电测量设备 特殊要求 第 52 部分:符号。目的在于为标准文件中使用的符号提供标准。

本文件是关于交流电测量设备——数字化电能表的标准;对适用的仪表,本文件将和以上电测量设备系列标准的相关文件一起使用;本文件中涉及的任何要求若已包含在 GB/T 17215.211—2021 中,本文件的要求优先于 GB/T 17215.211—2021 的要求。

本文件为在正常工作条件下保证数字化电能表正常功能的最低试验水平,对于特殊应用,其他的试验等级可能是必要的,对此由用户和制造商之间进行协商。



注 1：采样值报文符合 DL/T 860.91 电能表，除协议和采样值接口要求外，其他参照本文件相关内容执行。

注 2：图中独立合并单元仅针对 IEC 61869-13 规范的独立合并单元。

图 1 数字化电能表接入计量链路示意图

交流电测量设备 特殊要求
第 3 部分：数字化电能表

1 范围

本文件规定了适用于数字化电能表(以下简称“仪表”)的分类及标准的电量值、结构、仪表的标识和文件、计量性能要求和试验、结构安全要求、气候环境、外部影响、计量性能保护要求、电气要求、功能要求、型式试验。

本文件适用于在 50 Hz 或 60 Hz 电网中安装使用,经电子式互感器(ET)或独立合并单元(SAMU)接入,且输入符合 DL/T 860.92 或 GB/T 20840.9 规范的数字化采样值的新制造仪表。

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 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
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
GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Db:交变湿热(12 h+12 h 循环)
GB/T 2423.43—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 振动、冲击和类似动力学试验样品的安装
GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)
GB/T 17215.211—2021 电测量设备(交流)通用要求、试验和试验条件 第 11 部分:测量设备
GB/T 17215.301—2007 多功能电能表 特殊要求
GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.3—2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
GB/T 17626.4—2018 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
GB/T 17626.5—2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验
GB/T 17626.6—2017 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
GB/T 17626.12—2013 电磁兼容 试验和测量技术 振铃波抗扰度试验
GB/T 17626.18—2016 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验
GB/T 17626.20—2014 电磁兼容 试验和测量技术 横电磁波(TEM)波导中的发射和抗扰度试验
GB/T 17626.29—2006 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/T 20840.8—2007 互感器 第 8 部分:电子式电流互感器

GB/T 20840.9—2017 互感器 第 9 部分:互感器的数字接口

GB/T 37006—2018 数字化电能表检验装置

DL/Z 860.2—2006 变电站通信网络和系统 第 2 部分:术语

DL/T 860.10—2018 电力自动化通信网络和系统 第 10 部分:一致性测试

DL/T 860.92—2016 电力自动化通信网络和系统 第 9-2 部分:特定通信服务映射(SCSM)-基于 ISO/IEC 8802-3 的采样值

IEC 60068-2-27:2008 环境试验 第 2-27 部分:试验 试验 Ea 和导则:冲击(Environmental testing—Part 2-27: Tests—Test Ea and guidance; Shock)

IEC 60068-2-64:2008 环境试验 第 2-64 部分:试验 试验 Fh:振动、宽带随机和指南(Environmental testing—Part 2-64: Tests—Test Fh: Vibration, broadband random and guidance)

IEC 61000-4-8:2009 电磁兼容(EMC) 第 4-8 部分:试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验[Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-8: Testing and measurement techniques—Power frequency magnetic field immunity test]

IEC 61000-4-11:2017 电磁兼容(EMC) 第 4-11 部分:试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验[Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-11: Testing and measurement techniques—Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests]

IEC 62052-31:2015 电测量设备(交流)通用要求 试验和试验条件 第 31 部分:产品安全要求和试验[Electricity metering equipment (AC)—General requirements, tests and test conditions—Part 31: Product safety requirements and tests]

IEC CISPR 32:2015 多媒体设备的电磁兼容性 辐射要求(Electromagnetic compatibility of multimedia equipment—Emission requirements)

3 术语和定义

GB/T 17215.211—2021、DL/Z 860.2 和 IEC 62052-31:2015 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字化电能表 digital input electricity meter

对电压、电流量化数字量进行计量的电能计量设备。

3.1.1

单间隔数字化电能表 single—bay digital input electricity meter

接收单个设备输出的电压、电流采样值报文进行计量的数字化电能表。

3.1.2

跨间隔数字化电能表 cross—bay digital input electricity meter

接收多个设备输出的电压、电流采样值报文进行计量的数字化电能表。

3.2

工作电源 working supply

通过专用端子为仪表的电源电路供电的电源。

3.3

采样频率 **sampling frequency**

f_s

每相电压/电流每秒的采样点数。

3.4

采样值 **sampled value;SV**

由传感器采样获得的供给测量仪器仪表和继电器或控制装置的,与电流和/或电压数据的数字编码时间相关的数组。

3.5

额定一次电压 **rated primary voltage**

U_{pr}

一次电压中额定频率分量 f_r 的方均根值,对应不同电压等级电压互感器,为数字化电能表配置的设定值。

[来源:GB/T 20840.7—2007,2.1.7,有修改]

3.6

额定一次电流 **rated primary current**

I_{pr}

一次电流中额定频率分量 f_r 的方均根值,对应不同电流等级电流互感器,为数字化电能表配置的设定值。

[来源:GB/T 20840.8—2007, 3.1.20,有修改]

3.7

额定虚拟二次电压 **rated virtual secondary voltage**

U_{sr}

额定一次电压除以虚拟电压互感器变比后的电压值。

3.8

额定虚拟二次电流 **rated virtual secondary current**

I_{sr}

额定一次电流除以虚拟电流互感器变比后的电流值。

3.9

标称工作电源电压 **nominal working supply voltage**

为仪表供电的电源的标称电压值。

3.10

标称工作电源电压频率 **nominal working supply voltage frequency**

为仪表供电的电源的标称电压频率值。

3.11

临界改变值 **critical change value**

仪表无采样值报文输入,在干扰试验期间,仪表的电能寄存器允许电能改变的最小量值。临界改变值 x 由公式(1)给定:

$$x = \frac{10^{-6} \times m \times U_{pr} \times I_{max}}{\sqrt{3}}$$

.....(1)

式中：

x ——临界改变值,单位为千瓦时或千伏安时[kW·h(或 kVA·h)]；

m ——测量单元数；

U_{pr} ——额定一次电压,单位为伏特(V)；

I_{max} ——最大一次电流,单位为安培(A)。

3.12

独立合并单元 **stand-alone merging unit**

标准化输入(模拟量或数字量)的合并单元。

示例 1：独立合并单元可用于互感器现场改造升级。

示例 2：独立合并单元的数字量输入可按照 GB/T 20840.8—2007 数字量输出或按照 GB/T 20840.9—2017 进行规定。

[来源：GB/T 20840.6—2017,3.1.617]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

APDU：应用协议数据单元(Application Protocol Data Unit)

APPID：应用标识符(Application Identifier)

ASDU：应用服务数据单元(Application Service Data Unit)

MAC：介质访问控制(Media Access Control)

SVID：采样值控制块标识(Sampled Value ID)

SAMU：独立合并单元(Stand-alone Merging Unit)

5 分类及标准的电量值

5.1 分类

5.1.1 按接入合并单元采样值的方式

按接入合并单元采样值的方式(见附录 A)分为：

- a) 单间隔数字化电能表；
- b) 跨间隔数字化电能表。

5.1.2 按接入方式

按接入方式分为：

- a) 三相三线仪表；
- b) 三相四线仪表。

5.1.3 按仪表的准确度等级

按仪表的准确度等级分为：

- a) 有功电能：0.05 级；
- b) 基波无功电能：0.05 级。

5.2 标准的电量值

5.2.1 额定一次电压

仪表的额定一次线电压应等于表 1 所列的一个或多个额定电压值所对应的量化数字量。

表 1 标准额定电压

单位为千伏

仪表	标准值
三相三线仪表	1 000、750、330、220、110、66、35、10、6
三相四线仪表	

5.2.2 额定一次电流

额定一次电流设置范围至少应覆盖 200 A~10 000 A,其数值为 GB/T 20840.8—2007 描述的额定值。

5.2.3 最大一次电流($I_{\max,pr}$)

最大一次电流为 $1.2I_{pr}$ 或 $1.5I_{pr}$ 或 $2I_{pr}$ 。

5.2.4 额定虚拟二次电压

三相四线仪表的额定虚拟二次电压为 $3\times 57.7/100\text{ V}$,三相三线仪表的额定虚拟二次电压为 $3\times 100\text{ V}$ 。

5.2.5 额定虚拟二次电流

额定虚拟二次电流为 $3\times 1\text{ A}$ 、 $3\times 5\text{ A}$ 。

5.2.6 虚拟二次最大电流($I_{\max,sr}$)

虚拟二次最大电流为额定虚拟二次电流的 1.2 倍及以上。

5.2.7 标称频率

仪表的标称频率 f_{nom} 为 50 Hz 或 60 Hz。

5.2.8 频率范围

仪表的频率范围应符合 GB/T 17215.211—2021 中 4.3.2 的规定。

5.2.9 参比输入采样频率与 ASDU 数目

采样频率与相应 ASDU 数目的选取应符合 GB/T 20840.9—2017 中表 902。

5.2.10 采样值表示

采样值的表示应符合 GB/T 20840.9—2017 中附录 9A 的规定。

6 结构

6.1 通用要求

结构通用要求应符合 GB/T 17215.211—2021 中 5.1 的规定。

6.2 机械试验

6.2.1 冲击试验

试验前,应按 8.1 在试验条件下测得仪表的固有误差。

试验应按 IEC 60068-2-27:2008,在下列条件下进行:

- 仪表在非工作状态,无包装;
- 半正弦脉冲;
- 峰值加速度:30 g_n (300 m/s^2);
- 脉冲持续时间:18 ms。

试验后,仪表不应损坏,并应正确工作,在 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1 时的误差满足误差限要求。

6.2.2 振动试验

试验前,应按 8.1 在试验条件下测得仪表的固有误差。

试验应按 GB/T 2423.43—2008 和 IEC 60068-2-64:2008,在下列条件下进行:

- 仪表在非工作状态,无包装;
- 应依次在三个相互垂直轴的方向上对仪表进行试验;
- 频率范围:10 Hz~150 Hz;
- 试验强度:
 - 总方均根值(r.m.s.)水平:7 m/s^2 ;
 - 加速度频谱密度(ASD)水平(10 Hz~20 Hz):1 m^2/s^3 ;
 - 加速度频谱密度(ASD)水平(20 Hz~150 Hz):−3 dB/倍频程。
- 每轴上的持续时间:至少 2 min。

试验后,仪表不应损坏,并应正确工作,在 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1 时的误差满足等级指数要求。

6.3 窗口

窗口要求应符合 GB/T 17215.211—2021 中 5.3 的规定。

6.4 封印规定

封印规定要求应符合 GB/T 17215.211—2021 中 5.4 的规定。

6.5 显示

显示要求应符合 GB/T 17215.211—2021 中 5.5.1 的规定,还应显示所有用于采样值输入设置的有关信息。应至少包括:

- a) MAC 地址;
- b) APPID;
- c) SVID;
- d) A/B/C 相电流电压通道号;

- e) 采样频率;
- f) ASDU 数目;
- g) 额定一次电压;
- h) 额定一次电流;
- i) 额定虚拟二次电压(如果仪表使用虚拟二次值形式显示、存储、输出、上送电能量值);
- j) 额定虚拟二次电流(如果仪表使用虚拟二次值形式显示、存储、输出、上送电能量值)。

6.6 测量值的存储

测量值的存储要求应符合 GB/T 17215.211—2021 中 5.6 的规定。

6.7 输出

输出要求应符合 GB/T 17215.211—2021 中 5.7 的规定。

6.8 电脉冲输入

电脉冲输入要求应符合 GB/T 17215.211—2021 中 5.8 的规定。

6.9 工作指示器

工作指示器要求应符合 GB/T 17215.211—2021 中 5.9 的规定。

6.10 接口

6.10.1 采样值输入接口

仪表应具备能够接受采样值报文输入的采样值输入接口,单间隔数字化电能表应至少具备一个采样值输入接口,跨间隔数字化电能表应至少具备 3 个采样值输入接口。接口参数宜采用基于 ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021 的光纤数字传输系统 100Base—FX(1 300 nm、多模、全双工、双纤光缆),也可应用 1 Gbit/s(1 000 Base—LX,见 IEC TR 61850-90-4),接插件类型与用户协商确定。采样值输入接口接收功率应覆盖 -31 dBm~ -14 dBm 范围。

6.10.2 采样值转发接口

仪表应具备 1 个及以上的采样值报文转发接口,用于现场校验与调试,宜采用基于 ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021 的光纤数字传输系统 100Base—FX(1 300 nm、多模、全双工、双纤光缆),也可应用 1 Gbit/s(1 000Base—LX,见 IEC TR 61850-90-4),接插件宜采用 LC 型 1,转发接口发送功率应不小于 -20 dBm,且不大于 -14 dBm。

注: 见 IEC 61754-20:2012。

6.10.3 采样值输入接口接收功率试验

在 8.1 规定的试验条件下,仪表采样值通信中断事件触发时间设置为 0 ms,仪表施加额定一次电压、额定一次电流,功率因数(或 $\sin\phi$)为 1,调节串接在仪表输入光路中的光衰减计,缓慢增大光衰减计的衰减,直到仪表的告警灯亮,拔下仪表上的尾纤,接入到光功率计,读出此时的功率值,仪表的采样值输入接口接收功率应符合 6.10.1 的要求。

6.10.4 采样值转发接口试验

6.10.4.1 采样值转发接口发送功率试验

在 8.1 规定的试验条件下,仪表施加 220 kV、1 000 A,功率因数(或 $\sin\phi$)为 1,其采样值报文转发

接口的发送端通过光纤尾纤接入到光功率计中,读取光功率计的示值,即为被校仪表的采样值报文转发接口发送功率,仪表的采样值报文转发接口发送功率应符合 6.10.2 的要求。

6.10.4.2 单采样值输入接口转发试验

转发单采样值输入接口或多采样值输入接口时应不出现丢帧、乱序、复制现象,单采样值输入时最大转发延时不应超过 100 μs。

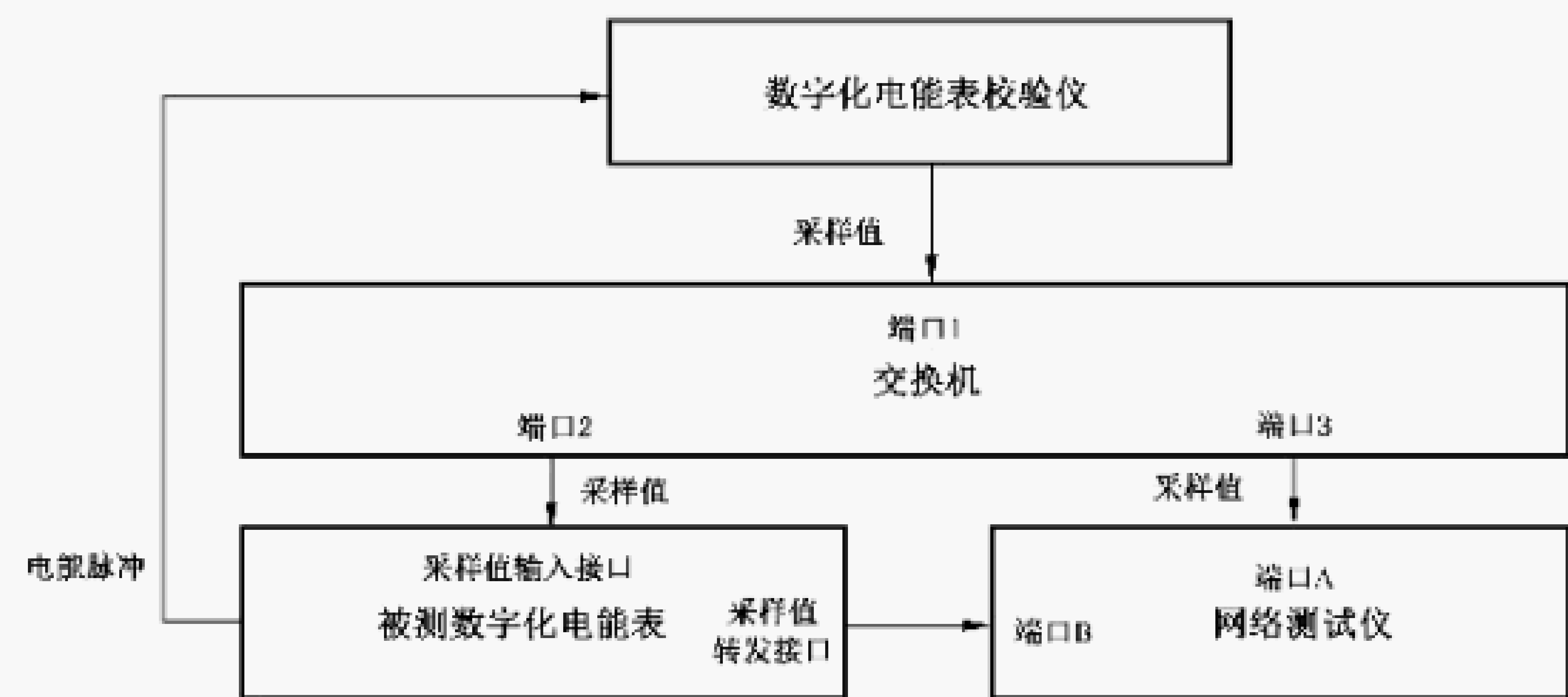


图 2 单采样值输入接口转发试验原理图

如图 2 连接数字化电能表校验仪、交换机、网络测试仪与被测仪表,配置交换机将电能表校验仪输出采样值报文分别转发给被测仪表与网络测试仪的端口 A,被测仪表的采样值报文转发接口与网络测试仪的端口 B 相连,检测时间 10 s,记录测试仪端口 A 和端口 B 收帧数,端口 B 收帧数应等于端口 A 收帧数。

6.10.4.3 多采样值输入接口转发试验

如图 3 连接数字化电能表校验仪、交换机、网络测试仪与被测跨间隔数字化电能表,配置交换机将电能表校验仪输出 3 路采样值报文分别转发给被测仪表的采样值输入接口 1、2、3 与网络测试仪的端口 A、B、C,被测仪表的采样值报文转发接口与网络测试仪的端口 D 相连,检测时间 10 s,记录测试仪端口 A、B、C、D 收帧数,端口 D 收帧数应等于端口 A、B、C 收帧数之和。

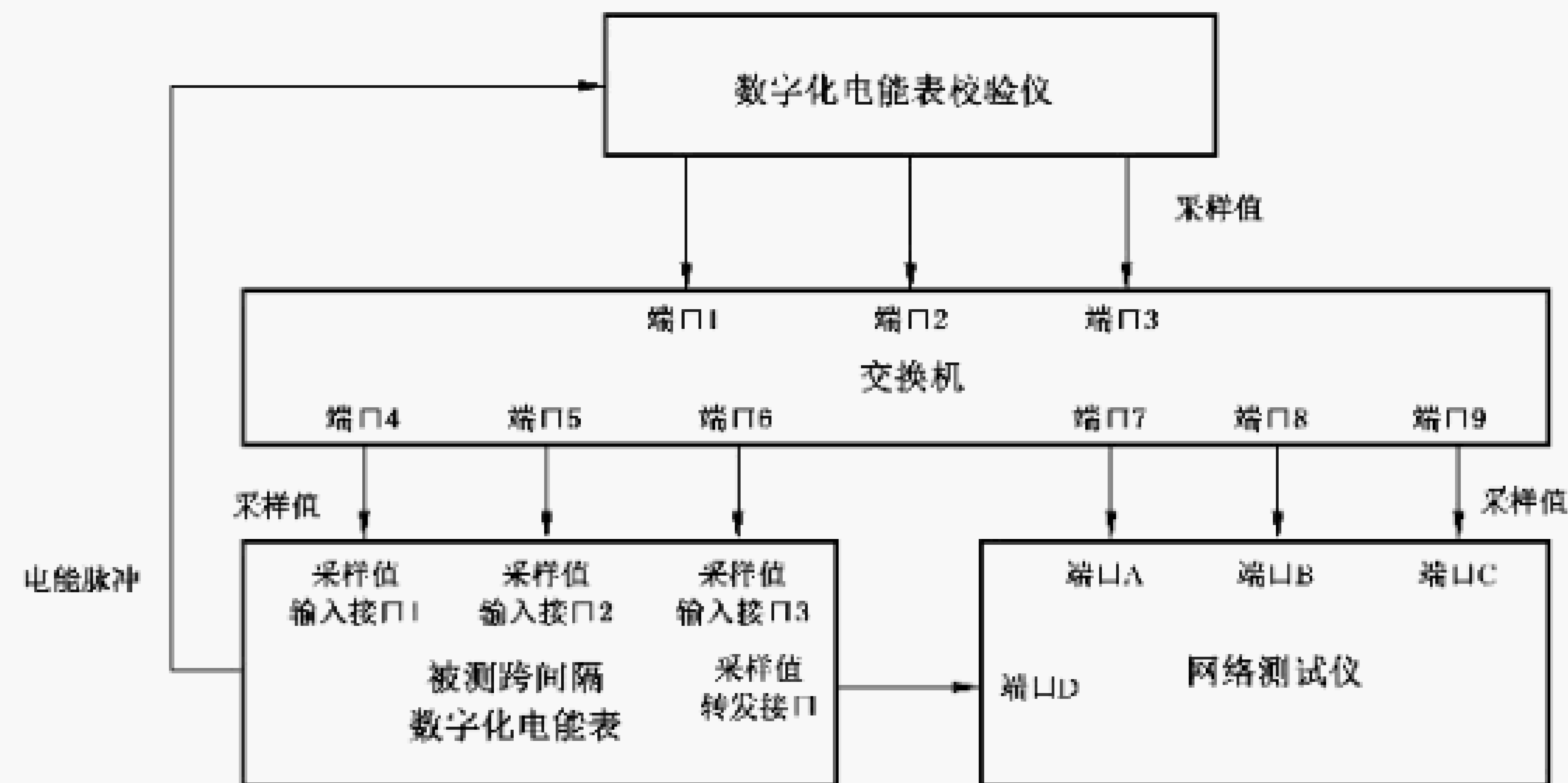


图 3 多采样值输入接口转发试验原理图

6.10.4.4 存储转发时延试验

如图 2 连接数字化电能表校验仪、交换机、网络测试仪与被测仪表,配置交换机将电能表校验仪输出采样值报文分别转发给被测仪表与网络测试仪的端口 A,被测仪表的采样值报文转发接口与网络测试仪的端口 B 相连,检测时间 10 s,记录测试仪端口 B 相对端口 A 的时延,包括最大时延、最小时延和平均时延。

6.10.5 采样值通信协议一致性测试

采样值通信协议一致性测试应符合 DL/T 860.10—2018 中 6.2.4.14 的规定。

7 仪表的标识和文件

7.1 铭牌

每台仪表应具有以下信息(如适用)。

- a) 制造商名或商标。
- b) 型号(型式)和名称。

注 1: 名称的实例如:“三相四线有功数字化电能表”。

- c) 认证标识。
- d) 序列号和制造年份,如序列号标记在固定于表盖的标牌上,则也应标记在表底或存储在仪表的非易失存储器中;分离指示显示器序列号应标记在分离指示显示器的外壳上,且也可存储在仪表或分离指示显示器的非易失存储器中。
- e) 使用类型:使用类型的标识可用 GB/T 17215.211—2021 中 6.4 给出的图形符号来代替;配置为支持多个使用类型,或能自动检测和配置使用类型的仪表应在铭牌上指示所有可能的使用类型并应在指示显示器上指示配置的使用类型。
- f) 依据的标准,至少包括采样值输入协议。
- g) 额定虚拟二次电压,仪表使用虚拟二次值显示、存储、输出时,以下列形式标识:
仪表设置的用于以虚拟二次值形式显示、存储、输出的仪表。如果制造商规定多个额定虚拟二次电压,应标识所有额定虚拟二次电压。
- h) 电流标识形式,仪表使用虚拟二次值显示、存储、输出时,标识额定虚拟二次电流、最大二次电流。

注 2: 例如,额定虚拟二次电流为 5 A、最大电流为 6 A 的有功数字化电能表,标识为:5(6)A。

- i) 标称频率。

注 3: 如果制造商规定多个标称频率,宜标识所有标称频率。

- j) 仪表常数,仪表脉冲常数固定时,参见 GB/T 17215.211—2021 附录 E 中表 E.2 给出的示例。
- k) 参考温度,不是 23 ℃时。
- l) 规定的工作温度范围,不同于 GB/T 17215.211—2021 中表 14 规定的温度范围时。
- m) 如果是特殊型式的仪表(例如:多费率仪表,如果其转换装置的电压不同于标称电压),应在铭牌上或单独的标牌上标识。
- n) 工作电源的标称电压、标称频率(交流电源供电时)及其允差。
- o) 防护等级。
- p) 额定脉冲电压,不同于 IEC 62052-31:2015 的要求时;Ⅱ类防护绝缘包封仪表用双方框符号。
- q) 电能方向(如果仪表为双向或单向);仪表仅能计量正向电能,无需标记。标识可用 6.4 给出的图形符号来代替。

- r) 仪表信息标识的位置应符合表 2 规定。
- s) 仪表包装和文件中提供的其他信息应符合表 2 规定。
- t) 外部铭牌应永久附着于表壳。
- u) 外部铭牌上的标识应是擦不掉的、清晰的,并从仪表外部应是易读的。
- v) 在正常使用条件下,仪表标识应清晰可见。
- w) 可使用的标准符号见 GB/T 17215.211—2021 中 6.4。
- x) 室外仪表的标识应能耐受阳光辐射。

7.2 端子标识

为了辨别各接线端子,端子应唯一标识。

表 2 标识和文件要求

信息	位置 ^{a,b,c}						
	C (外壳)	D (显示屏)	P (包装)	IM (安装手册)	UM (用户手册)	MM (维护手册)	DID-C (分离指示显示器外壳)
通用信息							
制造商名或商标	M	O	M	M	M	M	M
名称	M	O	O	O	O	O	
型号(型式)	M	O	M	M	M	M	M
认证标识	M						O
序列号	M		O				
分离指示显示器序列号		M	O				M
嵌入式软件(固件)版本		M					
防护等级	M		M	M		M	M
环境条件(贮存)			O	M		M	
环境条件(工作),包括:			O	M		M	
——机械条件			O	O		O	
——气候条件			O	M		O	
——海拔高度			O	M		O	
——场所(H1、H2、H3)			O	M		O	
IP 等级	O		M	M		M	O
依据标准号	M		M	M	M	M	
工作电源电压的标称值及允差	M	O		M	M	M	
工作电源频率的标称值及允差	M	O		M	M	M	

表 2 标识和文件要求（续）

信息	位置 ^{a,b,c}						
	C (外壳)	D (显示屏)	P (包装)	IM (安装手册)	UM (用户手册)	MM (维护手册)	DID-C (分离指示显示器外壳)
用于安装和调试的通用信息							
搬运和安装			O	M		M	
包封				M			
采样值输入接口	M			M		M	
采样值转发接口	M				M	M	
工作电源端子	M			M		M	
接线电缆、光缆				M		M	
与电源的隔离				M		M	
防护要求				M		M	
防护等级和接地	M			M		M	
外部保护装置				M		M	
为外部装置供电				M		M	
功率消耗				M		M	
调试				M		M	
用于使用的通用信息							
通用要求					M		
显示器、按钮开关和其他控制					M		
开关	M	M			M		
与用户设备的连接					M		
外部保护装置					M		
CISPR A 级设备警示				M	M	M	
用于维护的通用信息							
维护说明书						M	
清洁方式				O	M	M	
电池	M ⁱ		M	O	O	M	M
仪表的特殊信息							
额定虚拟二次电压 ^d	M ^d	O		M	M	M	
使用类型	M	O	M	M	M	M	
额定虚拟二次电流、最大虚拟二次电流 ^d	M	O		M	M	M	
标称频率	M	O		M	M	M	
仪表常数	M ^e	M ^f , O		M	M	M	

表 2 标识和文件要求（续）

信息	位置 ^{a,b,c}						
	C (外壳)	D (显示屏)	P (包装)	IM (安装手册)	UM (用户手册)	MM (维护手册)	DID-C (分离指示显示器外壳)
仪表的特殊信息							
参考温度,不是 23 ℃时	M			M	M	M	M ^g
规定的工作温度范围	M			M	M	M	M ^h
特殊型式信息	M	O		M	M	M	O
^a 位置: ——“C”指“外壳”。标志可标识在铭牌上,或以用永久性方式附于表盖上;接线图可标识在端子盖上。 ——“D”指“集成指示显示器或分离指示显示器的显示屏”。 ——“DID-C”指“分离指示显示器外壳”。标识可在分离指示显示器的铭牌上。 ^b “M”指存在这个部件和功能时为“强制”;“O”指“可选”。 ^c 安装手册、使用手册和维护手册可适当合并,且如果用户接受,可提供电子文本。当提供给单一用户的任一产品的数量大于 1 时,在用户接受的情况下,不必每个产品都提供一份手册。 ^d 仪表使用虚拟二次值显示、存储、输出时。 ^e 如果仪表常数固定。 ^f 如果可编程。 ^g 如果不同于仪表的参考温度。 ^h 如果不同于仪表的工作温度范围。 ⁱ 标识可置于电池仓内。							

7.3 符号

仪表的符号要求应符合 GB/T 17215.211—2021 中 6.4 的规定。

7.4 文件

如果仪表仅符合 A 类发射极限(见 11.2.12“无线电干扰抑制试验”),应在仪表的数据表、安装手册中明确说明,在使用指南中应包括以下警告:

“警告:本设备符合 IEC CISPR 32:2015 的 A 类。在居民居住环境中,本设备可能引起无线电干扰”。

8 计量性能要求和试验

8.1 通用试验条件

- 准确度要求试验,应保持以下试验条件:
- 仪表应在其表底与表盖安装到位的情况下试验;
 - 所有用于接地的部分应接地;
 - 所有试验的参比额定一次电压、额定一次电流均是指 220 kV、1 000 A;
 - 试验条件在表 3 中给出;

- 试验台体应符合 GB/T 37006—2018 的规定；
- 如果仪表设计成安装在一个规定的配套插座或机架上，则试验应在按制造商的说明书将仪表安装在规定的配套插座或机架上的条件下进行；
- 如果仪表设计成安装分离指示显示器，则试验应在连接其分离指示显示器的仪表上进行；
- 如果仪表规定能测量双向电能潮流，应满足本文件中对两个方向电能潮流规定的准确度要求；
- 如果仪表为跨间隔数字化电能表，应满足本文件中对多种采样值输入方式规定的准确度要求；
- 如果仪表的设计适用于多种使用类型，准确度试验的结果仅对已试验的使用类型有效，不能用于对其他未试验的使用类型的准确度声明。

性能试验和耐久性试验前，首先应按 8.2 测量仪表的初始固有误差；之后在每一项影响量和干扰试验之前，应在 8.1 规定的试验条件下测量仪表的固有误差。

表 3 试验条件

通用试验条件	参考值	允许偏差
工作电源	标称工作电源电压	-20%~+15%
采样频率	4 kHz	—
ASDU 数目	1	—
频率	标称频率	±0.3%
采样值帧发送间隔离散值	0	不大于 10 μs
交换机	时延抖动	不大于 1 μs

8.2 准确度验证的方法

准确度验证可按附录 B 规定的标准数字功率源法进行，通过仪表输出电能脉冲或以读取仪表电能寄存器的方法获得被试仪表测量值。仪表电能寄存器的信息可通过仪表的通信接口，用制造商规定的协议来读取的方法进行验证。以仪表输出电能脉冲获得仪表测量值时，脉冲输出与通过通信读取的寄存器信息之间的差异不应超过 8.1 规定的试验条件下规定百分数误差极限的 1/10，可通过仪表常数试验进行验证，见附录 C。

制造商应向测试实验室提供通过通信接口读取电能寄存器可能需要的任何软件工具。

出于试验目的，仪表电能寄存器应至少有 0.01 倍的基本单位(kW·h/kVA·h)，通过读取寄存器的方法进行确认。

仪表准确度可通过上述方法或其他适用的方法来测定；但在试验报告中应说明使用的方法。

除非另有规定，准确度验证的方法适用于第 8 章、第 10 章、第 11 章中规定的试验。

为了测定仪表在经受影响量或干扰后的计量性能没有明显的降低，应在 8.1 规定的试验条件下验证仪表的准确度，在仪表规定的工作范围内可选择任意试验点，强制试验点按本文件的规定。

8.3 起动电流

仪表在起动电流 I_{st} ($0.000\ 1I_{pr}$) (多相仪表，带平衡负载) 且功率因数(或 $\sin\phi$) 为 1 条件下应起动，并连续记录电能。

试验应在以下条件下进行。

- 如果仪表设计成测量双向电能，则应在每个方向施加电能潮流进行试验；在进行本试验时，宜考虑电能方向反向后，测量延时的影响。
- 读取寄存器，时间为最低位变位时间。

——两个脉冲之间的预期时间(时间间隔)由公式(2)给出：

$$\tau = \frac{3.6\sqrt{3} \times 10^6}{k \times m \times U_{pr} \times I_{st}}$$

.....(2)

式中：

- τ ——两个脉冲的时间间隔,单位为秒(s)；
- k ——输出装置每千瓦时(或千伏安时)输出的脉冲数(imp/kW·h 或 imp/kVA·h)；
- m ——单元数量；
- U_{pr} ——标称电压,单位为伏特(V)；
- I_{st} ——起动电流,单位为安培(A)。

试验应按以下步骤进行：

- a) 启动仪表；
- b) 允许第一个脉冲在 1.5τ s 内出现；
- c) 第二个脉冲允许在下一个 1.5τ s 内出现；
- d) 此后,开始测试仪表的误差。

如果仪表输出产生速率均匀的脉冲(或均匀旋转),且基本最大允许误差不超过本文件中规定的极限,即认为仪表已起动。

8.4 最大允许误差

8.4.1 通用要求

仪表在表 4 规定的单一输入条件下,其电能计量相对误差不应超过仪表误差限要求。

如果是双向仪表,仪表等级指数要求适用于每个方向。

如果仪表设计为用于多种接线模式,准确度检验结果仅对试验的接线模式有效,不能用于其他未经试验的接线模式。

如果仪表为跨间隔数字化电能表,等级指数要求适用于输入报文同步和非同步模式下的以下采样值输入方式,采样值输入方式可以设置选择：

- 1 个采样值输入接口接入单间隔采样值报文；
- 2 个采样值输入接口点对点接入 2 路独立的电压采样值报文和电流采样值报文；
- 1 个采样值输入接口网络接入 2 路独立的电压采样值报文和电流采样值报文；
- 3 个采样值输入接口点对点接入变电站内桥接线、3/2 接线等情况下的 1 路电压采样值报文、2 路独立的电流采样值报文；
- 1 个采样值输入接口网络接入变电站内桥接线、3/2 接线等情况下的 1 路电压采样值报文、2 路独立的电流采样值报文。

表 4 满足仪表误差限的单一输入条件(平衡负载或单相负载)

量值				百分数误差限 ^b /%
输入	电压	电流	功率因数(或 $\sin\phi$)	
正弦波,平衡负载	U_{pr}	I_{pr}	功率因数=1	0.05
正弦波,不平衡负载			功率因数=0.5L 功率因数=0.8C $\sin\phi=1$ (L 或 C) $\sin\phi=0.5$ (L 或 C)	

表 4 满足仪表误差限的单一输入条件(平衡负载或单相负载)(续)

量值				百分数误差限 ^b /％
输入	电压	电流	功率因数(或 $\sin\phi$)	
第 5 次谐波	$U_1=U_{pr}$ $U_5=0,1U_{pr}$	$I_1=0,5I_{max}$ $I_5=0,4I_1$	基波功率因数(或 $\sin\phi)=1$	0,05
谐波一方顶波	$U_1=U_{pr}$ $U_h=0,12U_1/h$	$I_1=I_{pr}$ 或 $0,93 I_{max}^a$ $I_h=I_1/h$	基波功率因数(或 $\sin\phi)=1$	
谐波—尖顶波	$U_1=U_{pr}$ $U_h=0,12U_1/h$	$I_1=I_{pr}$ 或 $0,568 I_{max}^a$ $I_h=I_1/h$	基波功率因数(或 $\sin\phi)=1$	
间谐波脉冲串触发波	U_{pr}	$0,5 I_{max}$	1	
奇次谐波 90 度相位触发	U_{pr}	$0,5 I_{max}$	1	
电压多次过零波	U_{pr}	I_{pr}	1	
电流多次过零波	U_{pr}	I_{pr}	1	
电压改变	$0\leq U\leq 1,15U_{pr}$	I_{pr}	1	
频率改变 ±2％	U_{pr}	I_{pr}	1	
逆相序	U_{pr}	I_{pr}	1	
负载电流快速改变	U_{pr}	I_{pr}	1	
高次谐波	U_{pr}	I_{pr}	1	
采样频率和 ASDU 数目改变	U_{pr}	I_{pr}	1	
采样频率不连续或丢失	U_{pr}	I_{pr}	1	
采样值报文为检修状态	U_{pr}	I_{pr}	1	
采样数据非同步	U_{pr}	I_{pr}	1	
^a 取两个值中较小的值。				
^b 本误差限指测量值与标准值的相对偏差限值,不是误差改变限值。				

8.4.2 电流变化引起的误差测试

仪表在表 3 规定的试验条件下,电流变化引起的相对误差应满足 8.4.1 规定的误差限的要求。
试验应在以下条件下进行。

- 初始固有误差试验的顺序应按从最小电流 $0,01 I_{pr}$ 到最大电流 I_{max} ,然后从最大电流到最小电流;每一个试验电流,误差结果应是两次测量的平均值。
- 如果仪表规定能测量双向或单向电能潮流(对无功电能表,即输入无功、输出无功),对正负两个方向的电能潮流,都应满足 8.4.1 规定的最大允许误差的要求。
- 如果仪表规定仅能测量正向电能潮流(对无功电能表,即输入无功),对正向电能潮流,应满足 8.4.1 中规定的最大允许误差的要求;该仪表也应施加反向电能潮流(对无功电能表,即输出无功),仪表对此的反应为:电能寄存器中不应记录电能,或测试输出不产生多于一个的脉冲;试验时间应至少为 1 min,或在正向电能潮流(对无功电能表,即输入无功)时测试输出记录 10

个脉冲的时间,或电能寄存器在正向电能潮流(对无功电能表,即输入无功)记录 2 个最小有效数字单位的时间。

- 表 5 规定了平衡负载和不平衡负载电流变化试验的强制性试验点。
- 如果仪表为跨间隔仪表,不同采样值输入方式下都应满足 8.4.1 中规定的最大允许误差的极限要求,强制试验类别和试验点如下:
- 1 个采样值输入接口接入单间隔采样值报文;
 - 2 个采样值输入接口点对点接入 2 路独立的电压采样值报文和电流采样值报文;
 - 1 个采样值输入接口网络接入 2 路独立的电压采样值报文和电流采样值报文;
 - 3 个采样值输入接口点对点接入变电站内桥接线、3/2 接线等情况下的 1 路电压采样值报文、2 路独立的电流采样值报文,在 2 路电流分别为 $50\%I_{pr}$ 、 $50\%I_{pr}$ 和 $20\%I_{pr}$ 、 $80\%I_{pr}$,功率因数(或 $\sin\phi$)=1.0 和功率因数(或 $\sin\phi$)=0.5L 条件下,测试仪表的误差;
 - 1 个采样值输入接口网络接入变电站内桥接线、3/2 接线等情况下的 1 路电压采样值报文、2 路独立的电流采样值报文,在 2 路电流分别为 $50\%I_{pr}$ 、 $50\%I_{pr}$ 和 $20\%I_{pr}$ 、 $80\%I_{pr}$,功率因数(或 $\sin\phi$)=1.0 和功率因数(或 $\sin\phi$)=0.5L 条件下,测试仪表的误差;
 - 跨间隔电能计量误差分别在合并单元同步模式和合并单元非同步模式下进行测试;
 - 合并单元非同步模式下,不同合并单元采样值报文的额定延时相差分别选 0.5 ms+1/8 采样间隔、1 ms+1/2 采样间隔、1.5 ms+3/4 采样间隔。

表 5 电流变化引起的误差试验的强制试验点

电能表类别	$\cos\phi=1$ $\cos\phi=0.5L$ $\sin\phi=1(L\text{ 或 }C)$ $\sin\phi=0.5(L\text{ 或 }C)$	$\cos\phi=0.8C$	$\sin\phi=0.25$ (L 或 C)	特殊要求时 $\cos\phi=0.25L$ $\cos\phi=0.5C$
平衡负载				
有功电能表	$I_{max},0.01I_{pr}$	$I_{max},0.01I_{pr}$	—	$I_{max},0.1I_{pr}$
无功电能表	$I_{max},0.01I_{pr}$	$I_{max},0.01I_{pr}$	I_{pr}	—
不平衡负载				
有功电能表	$I_{max},0.01I_{pr}$	—	—	—
无功电能表	$I_{max},0.01I_{pr}$	—	—	—

8.4.3 电流和电压电路中的谐波引起的误差

8.4.3.1 通用要求

试验用于验证在测量各种非正弦电流和电压信号时的仪表准确度。

试验应通过采样输入接口输入电压、电流波形采样值。测试方法采用附录 B 规定的标准数字功率源法进行。

8.4.3.2 电流和电压电路中谐波——第 5 次谐波

- 试验条件:
- 基波频率电流: $I_1=0.5 I_{max}$;
 - 基波频率电压: $U_1=U_{pr}$;
 - 基波频率功率因数(或 $\sin\phi_1$)为 1;

- 第 5 次谐波电压含量： $U_5 = 0.1 U_{pr}$ ；
- 第 5 次谐波电流含量： $I_5 = 0.4 I_1$ ；
- 谐波功率因数(或 $\sin\phi_5$)为 1；

注 1：由第 5 次谐波产生的谐波有功功率 $P_5 = 0.1 U_1 \times 0.4 I_1 = 0.04 P_1$ ；即，总有功功率(基波+谐波) = $1.04 P_1$ 。

注 2： $\sin\phi_5$ 为 1 意味着：第 5 次谐波的相位滞后第 5 次谐波电压 90° (或者，对 50 Hz 信号为 1 ms；对 60 Hz 信号为 0.833 ms)。

- 基波电压和谐波电压在正向过零点时同相。

仪表施加试验波形时，仪表误差应满足 8.4.1 的要求。

合格评定准则(见附录 E)：A。

8.4.3.3 电流和电压电路中谐波——方顶波波形

试验条件：

- 试验应按 GB/T 17215.211—2021 中表 L.1 规定的方顶波波形进行。单次谐波的电压幅度不应大于 $0.12 U_1/h$ ，单次谐波的电流幅度不应大于 I_1/h ，其中 h 是谐波次数， U_1 和 I_1 分别是基波电压和基波电流。GB/T 17215.211—2021 中表 L.1 的电流幅度波形图由 GB/T 17215.211—2021 中图 L.9 表示；电流有效值不得超过 I_{max} ，即表 K.1 的基波电流分量 I_1 不得超过 $0.93 I_{max}$ ；各次谐波幅度的计算分别与电压或电流基波频率分量的幅度有关，各次谐波相位角的计算分别与基波频率电压或电流过零点有关。
- 试验至少应在 I_{pr} 或 $0.93 I_{max}$ (取两者之中较小值)、功率因数为 1 的条件下进行，其中功率因数为基波分量功率因数。

注：图形中的给出值仅适用于 50 Hz。对其他频率，参数相应调整。

谐波同时加在电压和电流拟合波形中，仪表误差应满足 8.4.1 的要求。

合格评定准则：A。

8.4.3.4 电流和电压电路中谐波——尖顶波波形

试验条件：

- 试验应按 GB/T 17215.211—2021 中表 L.2 规定的尖顶波波形进行。单次谐波的电压幅度不应大于 $0.12 U_1/h$ ，单谐波的电流幅度不应大于 I_1/h ，其中 h 是谐波次数， U_1 和 I_1 分别是基波电压和基波电流。GB/T 17215.211—2021 中表 L.2 中的电流幅度波形图由 GB/T 17215.211—2021 中图 L.10 表示；电流峰值不得超过 $1.4 I_{max}$ ，即 GB/T 17215.211—2021 中表 L.2 的基波电流分量 I_1 (有效值)不得超过 $0.568 I_{max}$ ；各次谐波幅度的计算分别与电压或电流基波频率分量的幅度有关，各次谐波相位角的计算分别与基波频率电压或电流过零点有关。
- 试验至少应在 I_{pr} 或 $0.568 I_{max}$ (取两者之中较小值)、功率因数为 1 的条件下进行，其中功率因数为基波分量功率因数。

注：图形中的给出值仅适用于 50 Hz。对其他频率，参数相应调整。

谐波同时加在电压和电流拟合波形中，仪表误差应满足 8.4.1 的要求。

合格评定准则：A。

8.4.3.5 电流和电压电路中谐波——电压多次过零波

试验条件：

- 试验应按附录 D 中表 D.1 规定的电压多次过零波波形进行。表 D.1 中的电压幅度波形图由图 D.1 表示；各次谐波幅度的计算分别与电压基波频率分量的幅度有关，各次谐波相位角的计算分别与基波频率电压过零点有关。

——试验至少应在 I_{pr} 、功率因数为1的条件下进行,其中功率因数为基波分量功率因数。

注:图形中的给出值仅适用于50 Hz。对其他频率,参数相应调整。

谐波加在电压拟合波形中,仪表误差应满足8.4.1的要求。

合格评定准则:A。

8.4.3.6 电流和电压电路中谐波——电流多次过零波

试验条件:

——试验应按表D.2规定的电流多次过零波波形进行。表D.2中的电流幅度波形图由图D.2表示;各次谐波幅度的计算分别与电流基波频率分量的幅度有关,各次谐波相位角的计算分别与基波频率电压过零点有关。

——试验至少应在 U_{pr} 、功率因数为1的条件下进行,其中功率因数为基波分量功率因数。

注:图形中的给出值仅适用于50 Hz。对其他频率,参数相应调整。

谐波加在电流拟合波形中,仪表误差应满足8.4.1的要求。

合格评定准则:A。

8.4.3.7 电流电路中的间谐波—脉冲串触发波形

试验条件:

——间谐波的影响试验应按GB/T 17215.211—2021中图L.2所示进行,施加具有2倍峰值并且2个周期接通和2个周期关断的脉冲串触发电流波形,试验时不应引入直流电流;试验期间,电流的峰值不应超出 $1.4 I_{max}$;

——试验期间,电压波形的畸变因数应小于2%;

——试验至少应在 $0.5 I_{max}$ 、功率因数(或 $\sin\phi$)为1的条件下进行。

注:图形中的给出值仅适用于50 Hz。对其他频率,参数相应调整。

波形加在电流拟合波形中,仪表误差应满足8.4.1的要求。

合格评定准则:A。

8.4.3.8 电流电路中的奇次谐波——90度相位触发波形

试验条件:

——奇次谐波的影响试验应输入GB/T 17215.211—2021中图L.4所示波形,施加具有2倍峰值电流、并在正弦波形周期的第一个和第三个1/4波形为零的电流波形;

——试验期间,电流的峰值不应超出 $1.4 I_{max}$;

——试验期间,电压的畸变因数应小于2%;

——试验至少应在 $0.5 I_{max}$ 、功率因数(或 $\sin\phi$)为1的条件下进行。

注:图形中给出值仅适用于50 Hz。对其他频率,参数相应调整。

波形加在电流拟合波形中,仪表误差应满足8.4.1的要求。

合格评定准则:A。

8.4.4 电压改变引起的误差

本试验应施加于电网电源端口。

试验条件:

—— $0 \leq$ 试验电压 $\leq 1.15 U_{pr}$,试验至少应在 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为1以及功率因数(或 $\sin\phi$)为0.5L的条件下进行,试验电压至少包括 $1.15 U_{pr}$ 、 $0.1 U_{pr}$;

——试验电压应平衡。

试验时,仪表功能应正常,仪表误差应满足 8.4.1 的要求。

合格评定准则:A。

8.4.5 频率改变引起的误差

试验条件:

——被测信号频率应从 f_{nom} 的 -2% 改变到 $+2\%$;由频率改变引起仪表的误差应满足 8.4.1 的要求;

——对适用于多个标称频率的仪表,本试验应适用于仪表的每一标称频率;频率试验点至少包括

—— $0.98 f_{\text{nom}}$ 和 $1.02 f_{\text{nom}}$;

——试验至少应在 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1 以及功率因数(或 $\sin\phi$)为 0.5L 的条件下进行。

合格评定准则:A。

8.4.6 逆相序引起的误差

试验条件:

——三相中的任意两相交换相序时,由逆相序引起仪表的误差应满足 8.4.1 的要求;

——试验至少应在 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1.0 的条件下进行。

合格评定准则:A。

8.4.7 负载电流快速改变引起的误差

本试验的目的是验证仪表的准确度对负载电流的快速改变不敏感,见 GB/T 17215.211—2021 中附录 M。

试验应在 8.1 中规定的条件以及下列条件下进行:

a) 工作电源电路施加标称工作电压。

b) 功率因数(或 $\sin\phi$)为 1。

c) 电流通道应在有采样值和无采样值之间重复切换,按以下的试验描述在 t_{on} 期间施加的 I_{pr} 并在 t_{off} 期间中断:

1) $t_{\text{on}}=10\text{ s}$, $t_{\text{off}}=10\text{ s}$,总试验持续时间 4 h;

2) $t_{\text{on}}=5\text{ s}$, $t_{\text{off}}=5\text{ s}$,总试验持续时间 4 h;

3) $t_{\text{on}}=5\text{ s}$, $t_{\text{off}}=0.5\text{ s}$,总试验持续时间 4 h。

d) 关断时间和开通时间不需要与电网频率的过零点同步;开通状态和关断状态之间的切换应在标称频率的一个周期内完成。 t_{on} 和 t_{off} 的允差是标称频率的 ± 1 个周期。

e) 准确度应在试验后采用读取电能寄存器的方法来验证,误差应满足 8.4.1 的要求。

合格评定准则:A。

8.4.8 高次谐波引起的误差

本试验的目的是验证由高次谐波引起仪表的误差,不应超过 8.4.1 中规定的最大允许误差的要求,并且仪表的功能不损坏。试验应在 8.1 中规定的条件以及下列的条件下进行:

——仪表电流电路施加电流 $0.1 I_{\text{pr}}$,功率因数(或 $\sin\phi$)为 1。

——非同步试验信号(高次谐波):电压值为 $0.02 U_{\text{pr}}$,电流值为 $0.01 I_{\text{pr}}$;允差为 $\pm 5\%$ 。

——从 $15 f_{\text{nom}}$ 到 $40 f_{\text{nom}}$ 扫频的非同步试验信号同时叠加到电压、电流基波信号上,测量相对于正弦条件下的误差。

——非同步试验信号频率应从低频到高频扫频,然后再返回低频,在此期间测量仪表误差。每一谐波频率,都应取一个读数。

注：谐波同时加在电压和电流拟合波形中，仪表误差应满足 8.4.1 的要求。
合格评定准则：A。

8.4.9 额定电压、额定电流改变引起的误差

分别在最小额定一次电压、最大额定一次电压，最大额定一次电流、最小额定一次电流，功率因数（或 $\sin\phi$ ）为 1，平衡负载条件下 $0.01I_{pr}$ 、 I_{pr} 、 I_{max} 测试不同负载下电能表的误差，误差应满足 8.4.1 的要求。

8.4.10 采样频率和 ASDU 数目改变引起的误差

在参比频率、额定一次电压、功率因数（或 $\sin\phi$ ）为 1 的条件下，测试采样频率为 12.8 kHz，ASDU 数目为 8，平衡负载条件下 $0.01I_{pr}$ 、 I_{pr} 、 I_{max} 测试不同负载下仪表的误差，误差应满足 8.4.1 的要求。

8.4.11 采样值不连续或丢失引起的误差

在参比频率、额定一次电压、额定一次电流、功率因数（或 $\sin\phi$ ）为 1 的条件下，分别使用校验装置连续发出每 10 000 个正常报文包含 1 帧不连续报文或丢失 1 帧报文，丢失或不连续报文的序号随机，仪表误差应满足 8.4.1 的要求。

8.4.12 采样值输入报文为检修状态引起的误差

在参比频率、额定一次电压、额定一次电流、功率因数（或 $\sin\phi$ ）为 1 的条件下，使用校验装置连续发出检修字段被置为检修状态的采样值报文，仪表误差应满足 8.4.1 的要求。

8.4.13 采样数据非同步引起的误差

在参比频率、额定一次电压、额定一次电流、功率因数（或 $\sin\phi$ ）为 1 的条件下，使用校验装置连续发出检修字段被置为非同步状态的采样值报文，仪表误差应满足 8.4.1 的要求。

8.5 重复性

同一被测信号在相同的测量条件下，应产生接近一致的连续测量结果。

在表 6 给出的任一试验点的重复性应优于 8.1 规定的试验条件下 8.4.1 中仪表规定的最大允许误差极限的 1/10。

8.2 中描述的准确度验证方法应适用。

试验应在 8.1 中规定的试验条件下进行。

被试仪表在相同的试验条件以及接近连续的情况下，表 6 中的每个试验点至少应进行三次。每个试验点最大测量值与最小测量值之间的之差的绝对值，视为重复性。

表 6 重复性限值

电 流	功率因数(或 $\sin\phi$)
$0.01I_{pr}$	1
$0.1I_{pr}$	1
I_{pr}	1, 0.5L, 0.8C(对无功电能表, $\sin\phi = 0.5L$)
I_{max}	1, 0.5L, 0.8C(对无功电能表, $\sin\phi = 0.5C$)

8.6 负载电流升降变差

仪表基本误差按照负载电流从小到大,然后从大到小的顺序进行两次测试,记录负载点误差;同一只被试样品在相同负载点处的误差变化的绝对值不应超过表 7 规定的限值。

表 7 负载电流升降变差限值

电 流	功率因数	变差限值
$0.01 I_{pr} \leq I \leq I_{max}$	1	0.01%

8.7 误差一致性

同一批次数只被试样品在同一测试点的测试误差与平均值间的偏差不能超过表 8 的限值。

表 8 误差一致性限值

电 流	功率因数(或 $\sin\phi$)	误差一致性限值
I_{pr}	1	$\pm 0.01\%$
	0.5L	
$0.01 I_{pr}$	1	$\pm 0.02\%$

8.8 分时仪表和多费率仪表的要求

在 U_{pr} 、标称频率、 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1 条件下连续运行 24 h,分时仪表和多费率仪表的要求和试验防范应符合 GB/T 17215.211—2021 中 7.12 的规定。

8.9 计时准确度

计时准确度应符合 GB/T 17215.211—2021 中 7.13 规定的要求、试验条件、试验程序和验收准则。

9 结构安全要求

9.1 机械危险的防护

仪表在正常工作条件下不应产生机械危险,应按 IEC 62052-31:2015 中 7.2 进行机械危险的防护试验。

9.2 保护连接措施

保护接地端子要求应符合 IEC 62052-31:2015 中 6.5.2.3 的规定,永久连接设备的保护连接阻抗要求应符合 IEC 62052-31:2015 中 6.5.2.4 的规定。

注：I 类防护设备需要保护接地端子。

9.3 防火焰蔓延

防火焰蔓延应符合 IEC 62052-31:2015 中 9.3.2.1 的规定。

9.4 防止灼伤的表面温度限值

环境温度 40 °C 时,仪表易接触表面的温度不应超过 IEC 62052-31:2015,表 31 中 1)给出的值。

环境温度超过 40 °C 时,仪表易接触表面的温度允许超过 IEC 62052-31:2015,表 31 中 1)给出的值,但超出值应不大于环境温度与 40 °C 之差。

被端子盖盖住的端子盒的表面,或通过栅栏保护的板面安装式仪表的表面不作为易接触表面。

试验方法符合 IEC 62052-31:2015 中 10.4 的规定。

9.5 防止灼伤的端子温度限值

环境温度 40 °C 时,端子的温度不应超过 IEC 62052-31:2015 中表 32 给出的值。

环境温度超过 40 °C 时,端子的温度允许超过 IEC 62052-31:2015 中表 32 给出的值,但超出值应不大于环境温度与 40 °C 之差。

试验方法符合 IEC 62052-31:2015 中 10.4 的规定。

10 气候环境

10.1 通用要求

仪表的气候通用要求应符合 GB/T 17215.211—2021 中 8.1 的规定。

10.2 温度范围、环境等级

仪表的温度范围、环境等级应符合 GB/T 17215.211—2021 中 8.2 的规定。

10.3 其他气候条件

仪表的其他气候条件应符合 GB/T 17215.211—2021 中 8.3 的规定。

10.4 气候环境的影响试验

10.4.1 通用试验要求

每项气候试验前,应检查仪表正常工作。

每项气候试验之后,目视检查仪表。仪表的外观,特别是标志和显示器的清晰度不应改变。

每项气候试验后,功能不应损坏,且应按能正确工作,仪表误差应满足 8.4.1 规定的基本误差极限要求,强制试验点为 U_{pr} 、标称频率、 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1。

如果仪表设计成安装分离指示显示器,则气候环境影响的试验要求适用,且仪表应连接其分离指示显示器进行试验,除非另有规定。

10.4.2 高温试验

试验应按 GB/T 2423.2—2008,在下列条件下进行:

- 仪表在非工作状态;
- 试验温度、试验持续时间见表 9;试验温度应比仪表规定的上限温度极限高一个等级;
- 试验后,仪表恢复时间:2 h;
- 仪表误差的强制试验点: U_{pr} 、标称频率、 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1。

表 9 高温试验温度和试验持续时间

仪表规定的上限温度极限 ℃	试验温度(±2 ℃) ℃	试验持续时间 h
+55	+70	72
+70	+85	2

10.4.3 低温试验

- 试验应按 GB/T 2423.1—2008,在下列条件进行:
- 仪表在非工作状态;
 - 试验温度、试验持续时间见表 10;试验温度应比仪表规定的下限温度极限低一个等级,但规定的下限温度极限为−55 ℃时,试验温度应为−55 ℃;
 - 试验后,仪表恢复时间:2 h;
 - 仪表误差的强制试验点: U_{pr} 、标称频率、 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1。

表 10 低温试验温度和试验持续时间

规定的上限温度极限 ℃	试验温度(±2 ℃) ℃	试验持续时间 h
−10	−25	72
−25	−40	72
−40	−55	2
−55	−55	2

10.4.4 交变湿热试验

- 试验应按 GB/T 2423.4—2008,在下列条件下进行。
- 工作电源电路施加标称工作电压。
 - 降温方法:1。
 - 试验上限温度:
 - 室内仪表: +40 ℃ ±2 ℃。
 - 室外仪表: +55 ℃ ±2 ℃。
 - 不采取特殊的措施来排除表面潮气。
 - 试验持续时间:6 个周期。
 - 试验期间,不应出现重大缺陷。
 - 试验后,仪表应立即正确工作,误差应满足 8.4.1 仪表误差极限的规定;误差的强制试验点为: U_{pr} 、标称频率、 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1。
 - 试验结束后 24 h,应对仪表进行以下试验。
 - 绝缘试验,但脉冲电压应乘以系数 0.8;如果不可能在整体设备上试验,可进行子组件试验。
 - 功能试验,仪表应正确工作,不出现任何可能影响仪表功能特性的机械损伤或腐蚀的痕迹。

- 湿热试验也可视作腐蚀试验。目测评判试验结果,不应出现可能影响仪表功能特性的腐蚀痕迹。

10.4.5 防尘试验

仪表应符合 GB/T 17215.211—2021 中 8.4.6 规定的防尘要求、试验条件、试验程序和验收准则。

10.4.6 防水试验

本试验不适用于机架式仪表。

试验应按 GB/T 4208—2017,在下列条件下进行。

- 环境等级为 H1 和 H2 的仪表按 IPX1,仪表在非工作状态,无包装。
- 环境等级为 H3 的仪表按 IPX4;工作电源电路施加标称工作电压;电流电路无电流。
- 试验期间,不应出现重大缺陷。
- 试验结束后 24 h,进行功能试验,仪表应正确工作,误差应满足 8.4.1 仪表误差极限的规定,误差的强制试验点为: U_{pr} 、标称频率、 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1,不出现任何可能影响仪表功能特性的机械损伤或腐蚀的痕迹。

11 外部影响

11.1 通用要求

除非另有规定,以下通用要求适用于 11.3 和 11.4、11.5 中规定的所有试验:

- 仪表工作电源电路应施加规定的标称工作电压进行外部影响试验;
- 对电磁兼容试验,仪表应作为台式设备进行试验,仪表在正常的工作位置,并盖上表盖和端子盖;
- 所有用于接地的部分应接地;
- 辅助装置(如通信模块等)应安装,以创建一个代表使用中典型仪表配置的试验配置;
- 所有电缆和光缆应按说明书连接(如:采样值输入光缆、工作电源电缆、通信电缆、辅助装置电缆等);电缆的长度以及信号端口的连接应符合试验所引用的基本文件的规定,除非另有规定;
- 当仪表设计成安装在一个规定的配套插座或机架上时,则本要求适用,且试验应按说明书将仪表安装在规定的配套插座或机架上进行;
- 如仪表设计成安装分离指示显示器,则本文件的要求适用,且仪表应安装其分离指示显示器试验;
- 对任一干扰试验项目,每项试验仅施加一个干扰;除非在有关试验条款中另外说明,所有其他影响应设置为 8.1 规定的试验条件。

试验前,应按 8.1 在试验条件下测定仪表的固有误差。

由任一干扰条件下,仪表误差应符合 8.4.1 中最大允许误差极限的规定。当外部影响恢复到 8.1 规定的试验条件时,仪表功能不应损坏,并应符合 8.4.1 中仪表基本最大允许误差极限的要求,强制试验点为: U_{pr} 、标称频率、 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1 或功率因数(或 $\sin\phi$)为 0.5 L。

11.2 电磁兼容(EMC)

11.2.1 通用要求

11.2.1.1 电磁兼容试验涵盖的电磁现象

仪表电磁兼容试验涵盖的电磁现象应符合 GB/T 17215.211—2021 中 9.3.1.1 的规定。

11.2.1.2 电磁兼容试验的驻留时间

仪表电磁兼容试验的驻留时间应符合 GB/T 17215.211—2021 中 9.3.1.2 的规定。

11.2.1.3 电磁兼容试验的仪表端口

电磁兼容的仪表端口,见附录 F。

11.2.2 电压暂降和短时中断试验

11.2.2.1 交流电压暂降和短时中断试验

试验应按 IEC 61000-4-11:2017,在 11.1 中规定的条件以及下列的条件下进行:

——仪表在工作状态:

- 工作电源电路施加标称工作电压;如果仪表适用于多个标称工作电压值,应施加最低电压;
- 采样值输入接口无输入。

——试验等级和试验时间,见表 11。

合格评定准则:B,分别适用于表 11 的每项试验。

表 11 交流电压暂降和短时中断试验

试验	ΔU (电压降低)	持续时间 (周期)	试验次数	试验之间的间隔 s
电压中断试验	100%	250/300 ^a	10	10
电压暂降试验	60%	1		
电压暂降试验	60%	25/30 ^b		
电压暂降试验	30%	0.5		
^a “250/300”意味着:“标称频率为 50 Hz 时,持续时间为 250 周期”和“标称频率为 60 Hz 时,持续时间为 300 周期”。				
^b “25/30”意味着:“标称频率为 50 Hz 时,持续时间为 25 周期”和“标称频率为 60 Hz 时,持续时间为 30 周期”。				

11.2.2.2 直流电压暂降和短时中断试验

本试验适用于通过工作电源电路由直流电源供电的仪表。

试验应按 GB/T 17626.29—2006,在 11.1 中规定的条件以及下列的条件下进行。

——仪表在工作状态:

- 工作电源电路施加标称工作电压;如果仪表适用于多个标称工作电压值,应施加最低电压;
- 采样值输入接口无输入。

——工作电源端口的电压中断。

——试验等级和试验时间,见表 12。

合格评定准则:B,分别适用于表 12 的每项试验。

表 12 直流电压暂降和短时中断试验

试验	ΔU (电压降低)	持续时间 s	试验次数	试验之间的间隔 s
电压中断试验 1	100%	1	3	10
电压中断试验 2	100%	0.01		
电压中断试验 3	100%	0.001		
电压暂降试验 1	60%	0.3		
电压暂降试验 2	60%	0.03		
电压暂降试验 3	30%	0.3		
电压暂降试验 4	30%	0.03		

11.2.3 静电放电试验

试验应按 GB/T 17626.2—2018,在 11.1 中规定的条件以及下列的条件下进行。

——仪表在工作状态：

- 工作电源电路施加标称工作电压；
- 采样值输入接口无输入。

——试验应施加在仪表的每个表面。

- 间接放电：8 kV 的试验电压应以接触方式施加于水平耦合板和垂直耦合板。水平和垂直耦合板试验，仪表的所有面都应经受放电。
- 直接放电：8 kV 接触放电试验电压应施加在正常操作易触及的金属部分；如果仪表的外表面没有易触及的金属部分，应施加 15 kV 试验电压的空气放电替代接触放电。

——放电次数：以最敏感极性放电 10 次；如果敏感极性未知，则正负极性各 10 次；相邻放电之间至少间隔 1 s。

合格评定准则：B。

11.2.4 射频电磁场试验

试验应按 GB/T 17626.3—2016 或 GB/T 17626.20—2006,在 11.1 中规定的条件以及下列条件下进行。

——仪表在工作状态。

- 工作电源电路施加标称工作电压。
- 采样值输入接口输入 U_{pr} 、标称频率、 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1 代表的报文。
- 其他条件满足 8.1 规定的试验条件。

——暴露于电磁场中的电缆长度：1 m；电缆长度的要求适用于工作电源电缆、输入/输出电缆和通信电缆；如有分离指示显示器，分离指示显示器和仪表之间的电缆长度应按制造商的规定，但不应小于 1 m。

——试验应施加在仪表的每个表面。

- 频带：80 MHz~6 GHz；以 1 kHz 正弦波对信号进行 80%调幅载波调制。
- 未调制的试验场强：10 V/m。
- 频率增加的步长：1%。

——载波频率的每个增量间隔的误差都应被监测，并应符合 8.4.1 中仪表规定的基本误差极限。

——驻留时间应符合 11.2.1.2 的规定。

合格评定准则:A。

11.2.5 快速瞬变脉冲群试验

试验应按 GB/T 17626.4—2018,在 11.1 中规定的条件以及下列的条件下进行。

——仪表在工作状态。

- 工作电源电路施加标称工作电压。
- 采样值输入接口输入 U_{pr} 、标称频率、 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1 代表的报文。
- 其他条件满足 8.1 规定的试验条件。

——耦合器与被试仪表之间的电缆长度:1 m。

——试验电压应以共模模式每次作用于一个端口。

- 工作电源端口:±4 kV。
- HLV 辅助电源端口:±2 kV。
- HLV 信号端口:±2 kV(所有端子作为一个信号组一起试验)。
- ELV 辅助电源端口和 ELV 信号端口:±1 kV(所有端子作为一个信号组一起试验)。

——试验持续时间:每一极性 60 s。

——重复速率:100 kHz。

合格评定准则:A。

11.2.6 射频场感应的传导干扰试验

试验应按 GB/T 17626.6—2017,在 11.1 中规定的条件以及下列的条件下进行:

——仪表在工作状态:

- 工作电源电路施加标称工作电压;
- 采样值输入接口输入 U_{pr} 、标称频率、 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1 代表的报文;
- 其他条件满足 8.1 规定的试验条件。

——试验应施加在工作电源端口、HLV 信号端口和 ELV 信号端口的所有端子(作为信号组一起试验):

- 频率范围:150 kHz~80 MHz;
- 电压水平:10 V;
- 频率增加的步长:1%。

——每个载波频率的增量间隔的误差都应被监测,并应符合 8.4.1 中各确度等级仪表规定的基本误差极限;

——驻留时间应符合 11.2.1.2 的规定。

合格评定准则:A。

11.2.7 浪涌试验

试验应按 GB/T 17626.5—2019,在 11.1 中规定的条件以及下列的条件下进行:

a) 仪表在工作状态:

- 工作电源电路施加标称工作电压;
- 采样值输入接口无输入。

b) 浪涌发生器与仪表之间的电缆长度:1 m;

c) 浪涌试验信号应施加在:

- 1) HLV 工作电源端口及 HLV 信号端口;

- 差模模式:2 kV;
 - 发生器源阻抗:12 Ω 。
 - 2) ELV 工作电源端口和 ELV 信号端口:
 - 仅以共模模式,作为一个信号组试验:1 kV;
 - 发生器源阻抗:42 Ω 。
 - d) 浪涌试验信号应在交流电压基波波形的 0° 、 90° 、 180° 和 270° 相位角施加;
 - e) 试验持续时间:5 次正极性和 5 次负极性,应以每分钟一次的速率施加浪涌试验信号。
- 合格评定准则:B。

11.2.8 振铃波试验

试验应按 GB/T 17626.12—2013,在 11.1 中规定的条件以及下列的条件下进行:

- a) 仪表在工作状态:
 - 工作电源电路施加标称工作电压;
 - 采样值输入接口无输入。
 - b) 振铃波发生器与仪表之间的电缆长度:1 m;
 - c) 振铃波试验波形应施加在:
 - 1) HLV 工作电源端口和 HLV 信号端口:
 - 共模模式(每一线和中线对地):4 kV;
 - 差模模式(每一线对线、每一线对中线):2 kV;
 - 发生器源阻抗:12 Ω 。
 - 2) ELV 工作电源端口和 ELV 信号端口:
 - 共模模式:1 kV;
 - 发生器源阻抗:30 Ω 。
 - d) 通信端口和信号端口应作为一个信号组进行试验,仅以共模模式;
 - e) 振铃波试验信号应在交流电压基波波形的 0° 、 90° 、 180° 和 270° 相位角施加;
 - f) 试验持续时间:5 次正极性和 5 次负极性,应以每分钟一次的速率施加试验信号。
- 合格评定准则:B。

11.2.9 阻尼振荡波试验

试验应按 GB/T 17626.18—2016,在 11.1 中规定的条件以及下列的条件下进行:

- 仪表在工作状态:
 - 工作电源电路施加标称工作电压;
 - 采样值输入接口输入 U_{pr} 、标称频率、 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1 代表的报文;
 - 其他条件满足 8.1 规定的试验条件。
 - 试验电压应施加在工作电源端口、HLV 辅助电源端口和 HLV 信号端口,以两种方式:
 - 共模模式:2.5 kV;
 - 差模模式:1.0 kV。
 - 试验频率:
 - 100 kHz,重复速率:40 Hz;
 - 1 MHz,重复速率:400 Hz。
 - 试验持续时间:60 s(每种试验频率以 2 s 开通、2 s 关断,进行 15 个周期)。
- 合格评定准则:A。

11.2.10 外部恒定磁场试验

本试验用于验证在正常工作环境下仪表对可能出现的外部恒定磁场的抗扰能力；任何高于下述试验条件的要求，宜由制造商和用户之间商定。

试验应在 11.1 中规定的条件以及下列的条件下进行：

——仪表应在工作状态：

- 工作电源电路施加标称工作电压；
- 采样值输入接口输入 U_{pr} 、标称频率、 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1 代表的报文；
- 其他条件满足 8.1 规定的试验条件。

——将 50 mm×50 mm×50 mm 表面中心磁感应强度为 200 mT ±20 mT 的磁铁分别放置在仪表按正常使用安装时所有可触及的表面；

——每个表面的试验时间不应小于 20 min。

合格评定准则：A。

注：产生外部恒定磁场的工具可以是永磁铁，也可以是电磁铁(具备永磁铁衰减特性)，其表面磁感应强度为 200 mT ±20 mT，见 GB/T 17215.211—2021 中附录 K。

11.2.11 外部工频磁场试验

试验按 IEC 61000-4-8: 2009，在 11.1 中规定的条件以及下列的条件下进行：

——仪表应在工作状态：

- 工作电源电路施加标称工作电压；
- 采样值输入接口输入 U_{pr} 、标称频率、 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1 代表的报文；
- 其他条件满足 8.1 规定的试验条件。

——试验应施加在仪表的三个垂直平面上：

- 由与施加在仪表上的电压相同频率的电流产生外部磁感应，被试仪表置于感应线圈的中心；改变外部磁感应对仪表的方向和相位，以仪表误差的最大偏移量确定为仪表处于外部工频磁场最不利的方向和相位影响的条件；
- 感应线圈按 IEC 61000-4-8:2009 中 6.3.3 a) 浸入试验方式；
- 磁感应强度为 0.5 mT(400 A/m)。

——试验持续时间应为 1 min。

合格评定准则：A。

11.2.12 无线电干扰抑制试验

试验按 IEC CISPR 32:2015，在 11.1 中规定的条件以及下列的条件下进行：

——仪表在工作状态：

- 工作电源电路施加标称工作电压；
- 采样值输入接口输入 U_{pr} 、标称频率、 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1 代表的报文；
- 其他条件满足 8.1 规定的试验条件。

——与工作电源电路端子的连接，应使用长度为 1 m 的无屏蔽电缆；

——如果规定在远离仪表(距离超过 1 m)处或在金属计量柜外安装分离指示显示器，则可在试验区域外或低于参考地平面放置分离指示显示器来测试仪表；这种情况下，也应在试验区域之外或低于参考地平面放置仪表来测试分离指示显示器；在任何情况下，仪表及其指定的分离指示显示器都应满足合格评定准则。

合格评定准则：

- 试验结果应符合 IEC CISPR 32:2015 中对 B 级设备给出的限值；
- IEC CISPR 32:2015 对 A 级设备给出的限值仅对用于安装在工业环境中的仪表型式是可接受的。

注：工业场所(环境)的实例,包括但不限于：制造厂、采矿或钻井作业、变电站、发电厂。

11.3 工作电源电压改变试验

试验条件：

- 试验电压应从标称工作电源电压的 -20% 改变到 $+15\%$ ，仪表误差不应超过 8.4.1 中仪表规定的基本误差极限；
- 适用于工作在多个标称工作电源电压的仪表，试验电压应从最小标称工作电源电压的 -20% 改变到最大标称工作电源电压的 $+15\%$ ；
- 如果仪表也适用于工作在直流工作电源电压，试验电压应从标称直流工作电源电压的 -20% 改变到 $+15\%$ ；
- 试验至少应在 U_{pr} 、标称频率、 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1 的条件下进行。

合格评定准则：A。

11.4 辅助装置工作试验

试验条件：

- 工作电源电路施加标称工作电压；
- 试验应在连接辅助装置的条件下进行，以创建一个代表使用中典型仪表配置的试验配置；任何辅助装置的安装和工作或者辅助装置的组合，不应影响仪表的准确度；
- 为指示接线的正确方法，最好标识辅助装置的接线；如果采用插头和插座的方式接线，宜不可逆；然而，在没有标识或接线是可逆的情况下，仪表在最不利条件的接线条件下试验，其误差偏移不应超出 8.4.1 规定的基本误差极限；
- 所有电缆应按制造商的维护说明书连接(例如：通信电缆，工作电源电缆，I/O 电缆，辅助装置电缆等)；制造商应提供试验方案，以保证试验期间辅助装置的正确工作；
- 试验至少应在 U_{pr} 、标称频率、 I_{pr} 、功率因数(或 $\sin\phi$)为 1 的条件下进行。

合格评定准则：A。

12 计量性能保护要求

计量性能保护应符合 GB/T 17215.211—2021 中第 10 章规定的要求。

13 电气要求

13.1 工作电源要求

工作电压在此范围内改变时或其中一路供电电源失去时，仪表应能连续正常工作，并且准确度满足等级指数要求。

- 仪表支持直流(110 V 或 220 V)和交流(220 V)双路冗余供电电源接入，电压允许偏差 $-20\% \sim +15\%$ ；
- 交流电源频率为 50 Hz，允许偏差 $\pm 5\%$ ；
- 交流电源波形为正弦波，谐波含量小于 5% ；
- 直流电源电压纹波系数小于 5% 。

13.2 间隙和爬电距离

工作电源的任何端子与地,以及与 ELV 信号端口的端子之间的间隙和爬电距离应不小于下列规定:

- 对 I 类防护仪表按照表 13 的要求;
- 对 II 类防护仪表按照表 13 的要求。

工作电源端口的端子间的间隙和爬电距离应不小于表 13 中的规定。

端子盖如用金属制成,其与拧入所固定的最大导线后的螺钉端面的间隙不小于表 13 和表 14 中所示的相关值。

表 13 I 类防护绝缘包封仪表的间隙和爬电距离

标称工作电压 V	最小间隙 mm		最小爬电距离 mm	
	室内仪表	室外仪表	室内仪表	室外仪表
≤150	1.5	1.5	1.6	2.5
≤300	3.0	3.0	3.2	5.0

表 14 II 类防护绝缘包封仪表的间隙和爬电距离

标称工作电压 V	最小间隙 mm		最小爬电距离 mm	
	室内仪表	室外仪表	室内仪表	室外仪表
≤150	3.0	3.0	3.2	5.0
≤300	5.5	5.5	6.3	10.0

13.3 介电强度试验

13.3.1 湿度预处理

湿度预处理试验应符合 IEC 62052-31:2015 中 6.10.4.2 的规定。

13.3.2 试验方法和测试设备准备

介电强度试验应符合 IEC 62052-31:2015 中 6.10.4.3.1 的规定,试验测试设备准备应符合 IEC 62052-31:2015 中 6.10.4.3.2 的要求。

13.3.3 脉冲电压试验

脉冲电压试验应符合 IEC 62052-31:2015 中 6.10.4.3.3 的规定,试验电压符合 IEC 62052-31:2015 中表 7 的规定。

13.3.4 交流工频电压试验

交流电压试验应符合 IEC 62052-31:2015 中 6.10.4.3.4 的规定,试验电压符合 IEC 62052-31:2015 中表 11 的规定。

14 功能要求

14.1 电能计量功能

电能计量功能应符合 GB/T 17215.301—2007 中 5.1.1.1 的规定。

14.2 最大需量测量功能

最大需量测量功能应符合 GB/T 17215.301—2007 中 5.1.1.2 的规定。

14.3 费率时段设置功能

费率时段设置功能应符合 GB/T 17215.301—2007 中 5.1.1.4 的规定。

14.4 冻结功能

仪表应能至少实现以下冻结功能：

- a) 按照设定的时刻冻结电能量数据，每日不少于 3 次，并可存储不少于 3 个月的数据；
- b) 按照设定的时间间隔冻结电能量数据及重要的测量数据，每小时不少于 4 次，并可存储至少一个月的数据；
- c) 按照指令瞬时冻结当前的日期、时间、所有电能量和重要的测量数据，并可存储最近 3 次瞬时冻结的数据。

14.5 对时功能

仪表应具备对时功能。

14.6 噪声抑制功能

仪表宜具备噪声抑制功能。

14.7 事件记录功能

仪表应具备 GB/T 17215.301—2007 中规定的事件记录及表 15 要求的采样值报文异常事件记录功能，应能记录采样值报文异常事件总次数；采样值报文异常事件发生或结束时刻以及发生及结束时刻电量数据；采样值报文异常事件序号，采样值报文异常事件见表 15。

表 15 采样值报文异常事件

序号	采样值报文异常事件	描述
1	采样值通信中断	仪表在超过设定时间之内未接收到采样值输入报文
2	采样值报文地址无效事件	在采样数据网络为点对点情况下，仪表接收的采样数据报文标识数据源的字段，如 SVID、APPID，与仪表中配置信息不匹配，且持续超过设定时间。地址无效采样值不参与电能计量
3	采样值序列不连续事件	仪表接收到的同源采样数据报文中采样计数器值不连续，且不连续超过设定数目或设定时间内累计不连续数目大于设定
4	采样值报文数据无效事件	仪表接收到的采样数据报文中，使用的数据通道的数据品质字段被置为无效，且持续超过设定时间。数据无效采样值不参与电能计量

表 15 采样值报文异常事件（续）

序号	采样值报文异常事件	描述
5	采样值报文丢失事件	仪表在设定时间内,未接收到的采样数据报文数目累积达到设定数目
6	采样值报文检修状态的事件	仪表接收到的采样数据报文中,相关采样数据通道的数据品质字段被置为检修,且超过设定时间。仪表应记录事件发生时间段内的电量
7	采样数据非同步事件	仪表接收到的采样数据报文中,同步标识字段被置为非同步,且超过设定时间。仪表应记录事件发生时间段内的电量

14.8 仪表参数设置功能

仪表参数应能编程设置,基于单一的设备或计量器具的参数,包含可调整的参数(例如灵敏度或其他修正的参数)和配置参数(如测量范围、分度值、测量单位)的计量参数,通常,设备专有参数应受保护,只有在器具的特殊操作模式下是可调节的或可选的。可分为不可变更的参数和授权用户可进行设置的参数。

可设置内容包括:

- a) 日期和时间(年、月、日、时、分、秒)设置;
- b) 密码设置;
- c) 仪表编号和用户编号设置;
- d) 仪表常数设置;
- e) 结算日设置;
- f) 费率和时段设置;
- g) 最大需量测量方式和积算周期以及滑窗时间设置(仅针对具备最大需量测试功能的仪表);
- h) 最大需量复零方式和自动复零日期设置(仅针对具备最大需量测试功能的仪表);
- i) 事件记录限值以及参数的设置;
- j) 显示方式的设置;
- k) 输入、输出量的设置;
- l) 其他费率或节假日以及运行状态等参数的设置;
- m) MAC 地址、APPID、SVID、各相电压/电流通道号、额定一次电压、额定一次电流设置,如果电能表为二次值模式,应能够设置额定虚拟二次电压,额定虚拟二次电流;
- n) 对时方式的设置;
- o) 仪表底度数及各费率寄存器只能清零,禁止设定。

15 型式试验

型式试验应符合 GB/T 17215.211—2021 中第 11 章的规定。

附录 A
(资料性)
数字化电能表接入方式

图 A.1～图 A.3 给出了数字化电能表的接入方式。根据变电站二次系统架构的不同,数字化电能表从单个合并单元获取电压、电流采样值,为单间隔电能表,如图 A.1 所示;数字化电能表从多个合并单元获取电压、电流采样值,为跨间隔电能表,图 A.2 和图 A.3 所示为其中 2 个示例。

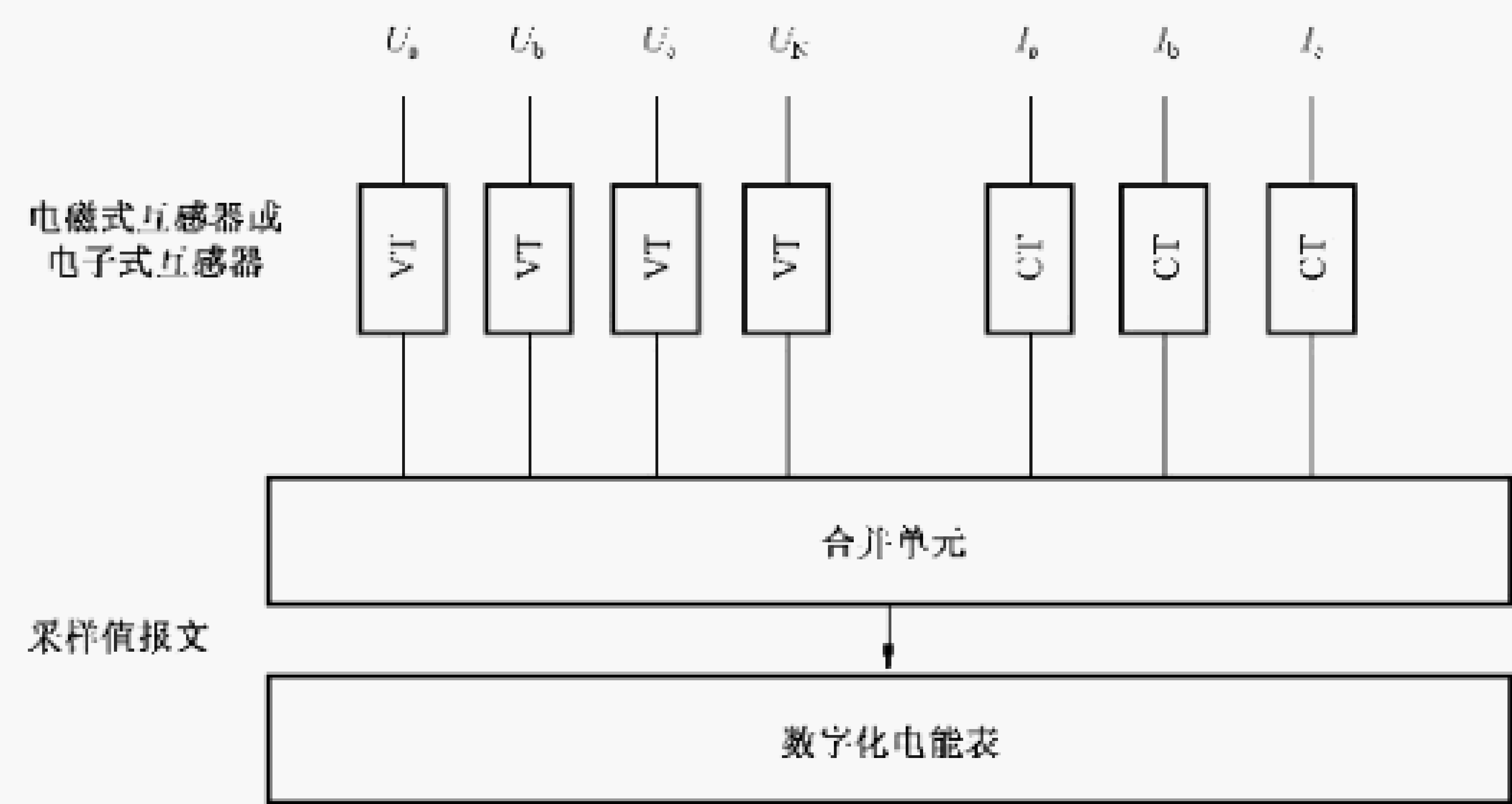


图 A.1 单间隔数字化电能表接入示意图

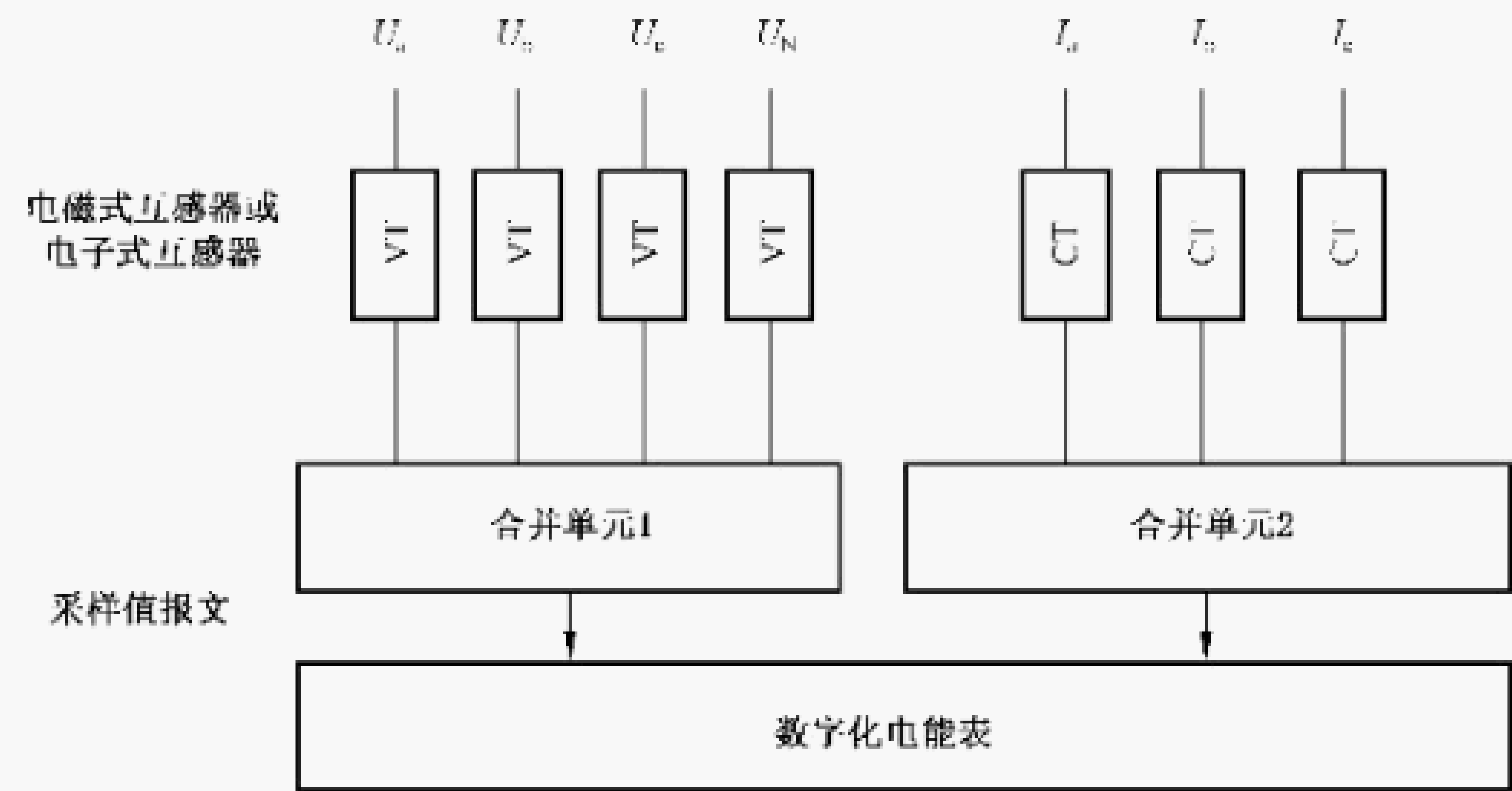


图 A.2 跨间隔数字化电能表接入示意图(示例一)

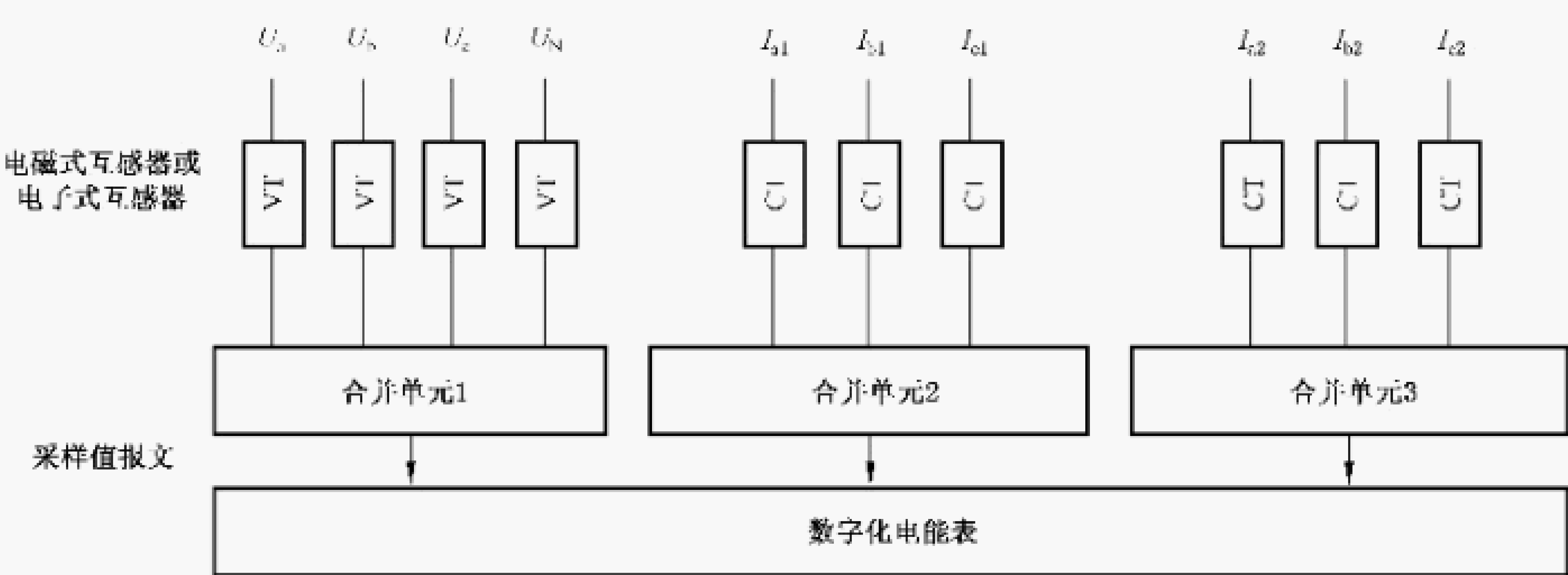


图 A.3 跨间隔数字化电能表接入示意图(示例二)

附 录 B
(规范性)
数字化电能表误差试验方法

图 B.1 规定了采用标准数字功率源法进行数字化电能表误差试验。

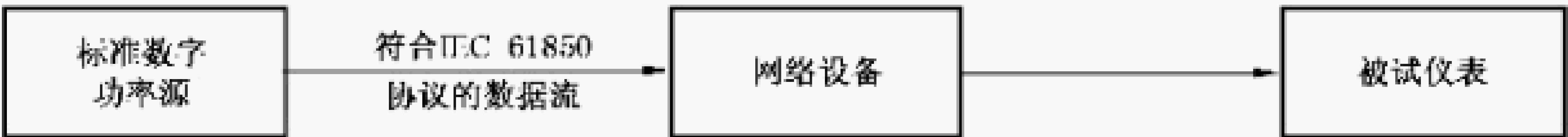


图 B.1 标准数字功率源法

数字信号源输出采样值数据报文,并且该数据报文所代表的电压、电流信号的幅值和相位可以根据实际的要求设置,依据配置的参数得到理论电能值 E_N ,从被试仪表得到电能测量值 E_x 。

按公式(B.1)计算被检被试仪表误差:

$$\gamma = \frac{E_x - E_N}{E_N} \times 100\% \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

- γ ——被试仪表相对误差;
- E_x ——被试仪表所记录的电能;
- E_N ——理论电能值。

附录 C
(资料性)
仪表常数试验

测试输出与指示显示器的示值的关系应符合仪表常数值。

测试输出与指示显示器的示值,测试输出与通过通信读取的寄存器信息之间的差异不应超过 8.1 规定的试验条件下规定百分数误差极限的 1/10。

试验应在以下条件下进行:

——所有指示显示器和脉冲输出都试验,除非有适当的系统保证所有仪表常数相同;

试验应采用在仪表中记录电能量 E 的方法来进行, $E_{\min}$ 至少为公式(C.1)的计算值:

$$E_{\min} = \frac{1\,000 \times R}{b} \text{ W} \cdot \text{h 或 VA} \cdot \text{h} \quad \dots\dots\dots (\text{C.1})$$

式中:

R ——电能寄存器的可见分辨力,用瓦时或伏安时(W·h 或 VA·h)表示;

b ——基本最大允许误差,用百分数(%)表示。

注 1: 可使用任何方式提高电能寄存器的可见分辨力 R , 只要注意保证其结果反映了电能寄存器的真实分辨力。

注 2: b 值宜根据所选的试验点来选择。 b 值可能与适用于无负载条件(潜动)试验的 b 值不同。

——试验应在 $0.1I_{\text{pr}} \leq I \leq I_{\text{max}}$ 的任一电流下进行。

计算仪表记录的电能与由测试输出的脉冲数给出的通过仪表的电能之间的相对差,不应超过仪表基本最大允许误差的 1/10。

附录 D
(规范性)
多次过零波波形及谐波含量分析

D.1 电压多次过零波波形及谐波含量信息分析

图 D.1 和表 D.1 分别给出了电压多次过零波波形及谐波含量信息分析(不完全傅里叶分析)。

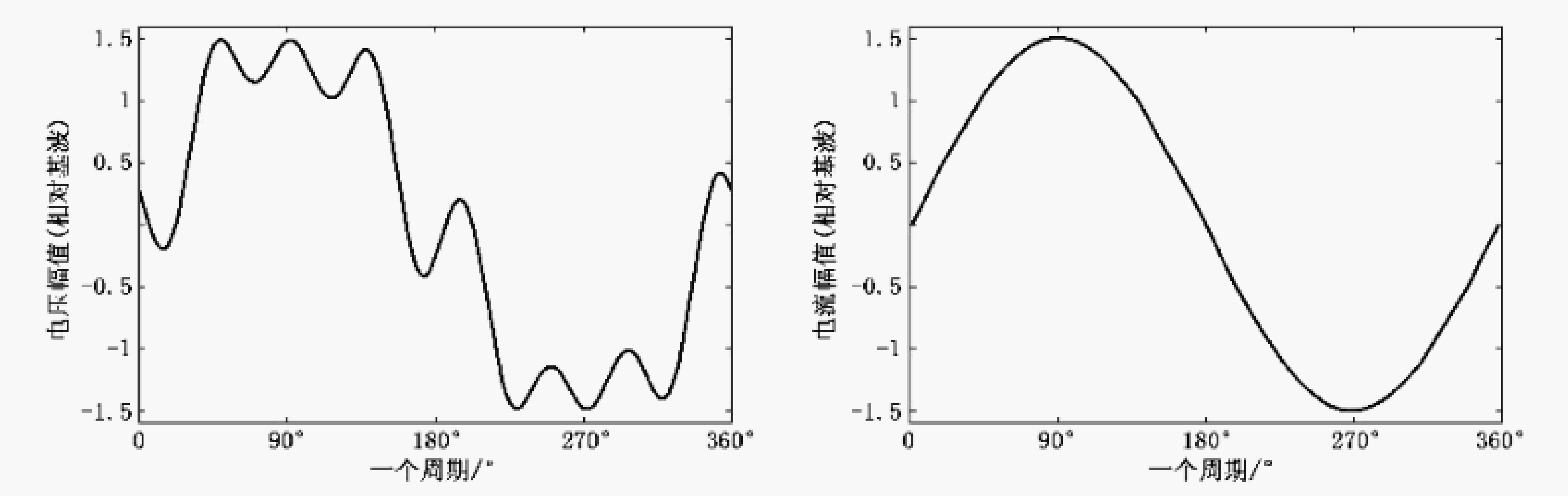


图 D.1 电压多次过零波波形

表 D.1 电压多次过零波波形

谐波次数	电压幅度	电压相角	电流幅度	电流相角
1	100%	0°	100%	0°
3	0	0°	0	0°
5	20%±2%	155°±5°	0	0°
7	25%±4%	155°±5°	0	0°

D.2 电流多次过零波波形及谐波含量信息分析

图 D.2 和表 D.2 分别给出了电流多次过零波波形及谐波含量信息分析(不完全傅里叶分析)。

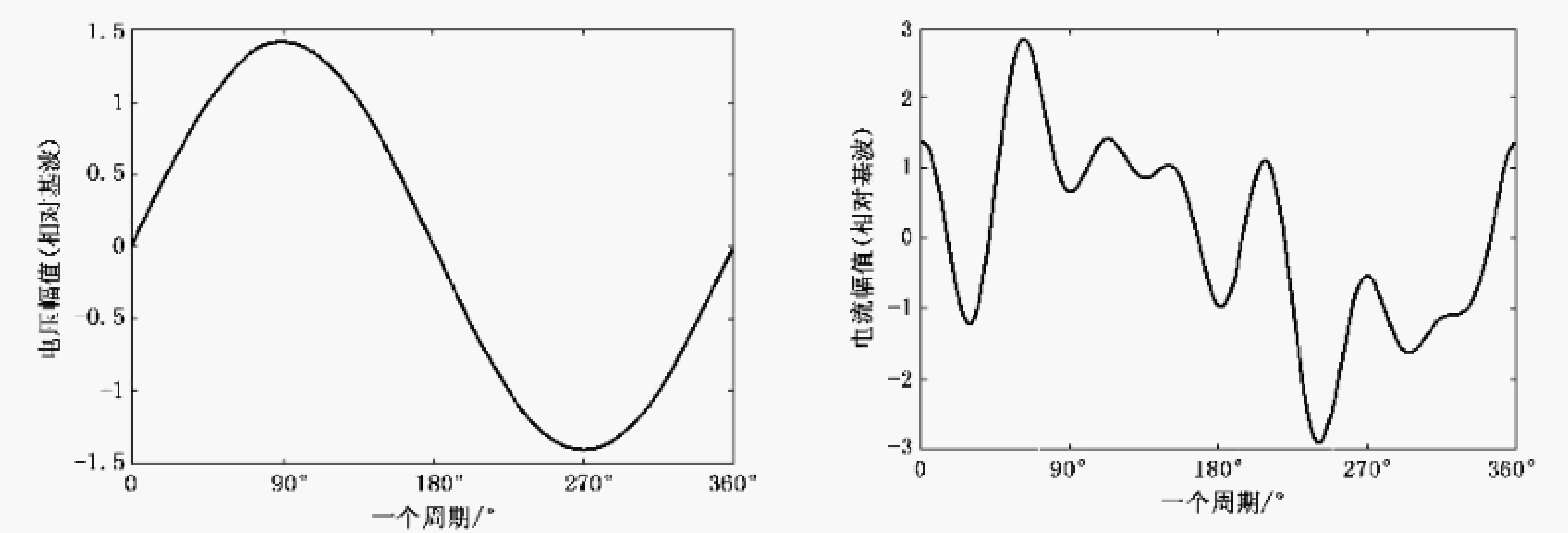


图 D.2 电流多次过零波波形

表 D.2 电流多次过零波波形

谐波次数	电压幅度	电压相角	电流幅度	电流相角
1	100%	0°	100%	0°
2	0	0°	5%±1%	90°±2°
3	0	0°	18%±2%	-160°±2°
4	0	0°	10%±2%	110°±2°
5	0	0°	66%±3%	130°±2°
7	0	0°	50%±3%	50°±2°

附录 E
(规范性)
合格评定准则

表 E.1 给出了合格评定准则(另有规定的除外)。

表 E.1 合格评定准则

合格评定准则	描述	
A	仪表基本功能不应出现暂时降低或失去;显示器显示的电能寄存器内容应读取无歧义,允许出现显示质量的退化(如颜色、亮度、对比度、清晰度、几何形状等)。试验期间误差应符合 8.4.1 中规定的最大允许误差的要求	影响量或干扰移除且恢复到参比试验条件时,仪表不应损坏,并按本文件的要求正确工作,其自身计量性能不允许降低。所有仪表功能应恢复
B	允许仪表部分功能或性能的暂时降低或失去,包括通信、显示器功能、嵌入式软件(固件)自复位功能的暂时降低或失去,但电源控制开关和负荷控制开关不应意外动作,显示器显示的电能寄存器内容应读取无歧义。 试验期间及试验结束后立即测试的情况下,仪表电能寄存器的值的改变不应大于临界改变值	

附录 F
(资料性)
仪表端口

图 F.1 定义了数字化电能表端口(其他端口配置也是可能的)。

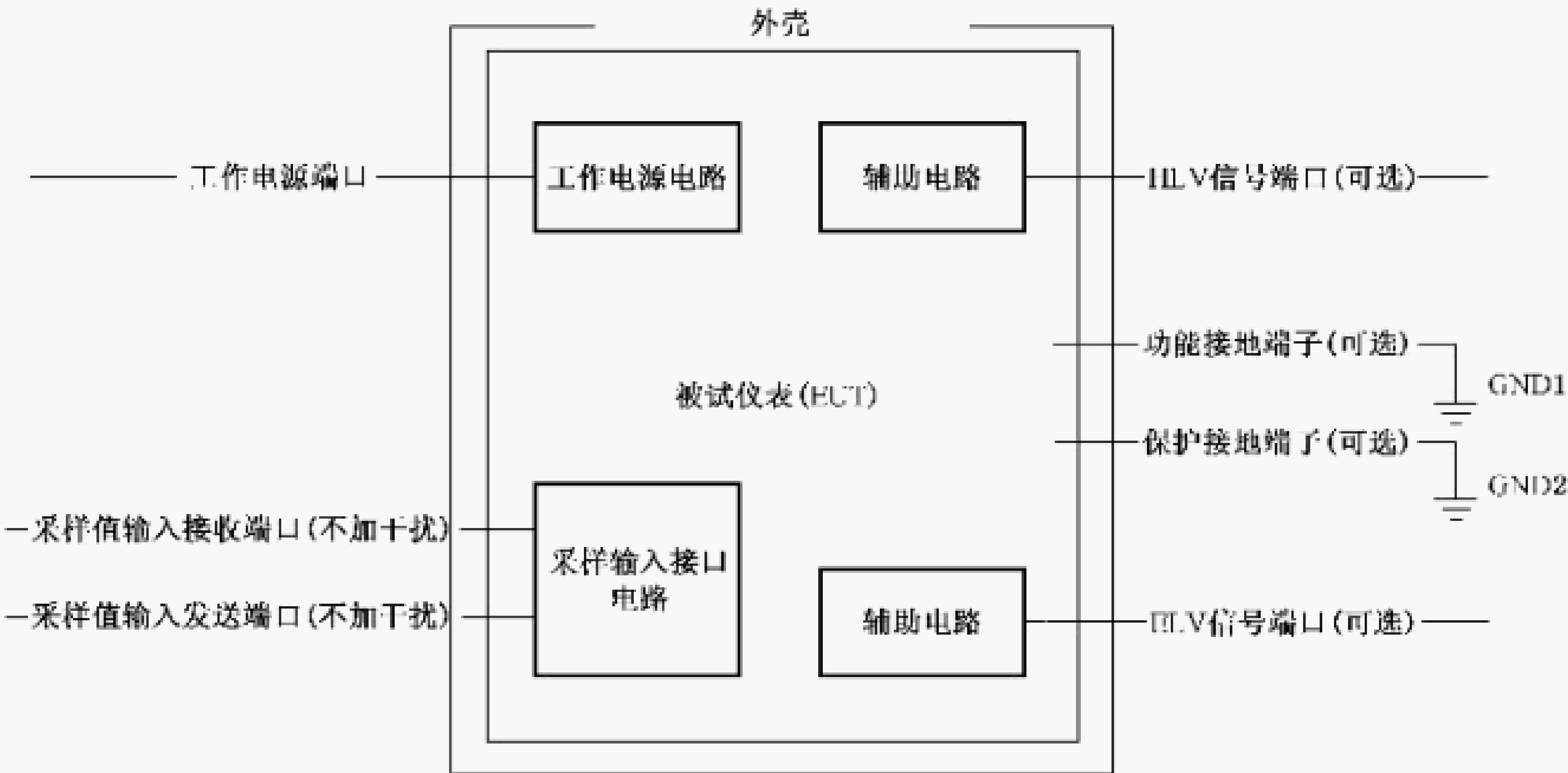


图 F.1 数字化电能表的典型端口配置(示例)

参 考 文 献

[1] GB/T 20840.6—2017 互感器 第6部分:低功率互感器的补充通用技术要求

[2] GB/T 20840.7—2007 互感器 第7部分:电子式电压互感器

[3] IEC 61754-20:2012 Fibre optic interconnecting devices and passive components—Fibre optic connector interfaces—Part 20: Type LC connector family

[4] IEC TR 61850-90-4 Communication networks and systems for power utility automation—Part 90-4:Network engineering guidelines

[5] IEC 61869-13 Instrument transformers—Part 13:Stand-alone merging unit(SAMU)

[6] ISO/IEC/IEEE 8802-3:2001 Telecommunications and exchange between information technology systems—Requirements for local and metropolitan area networks—Part 3:Standard for Ethernet
