

国家计量技术法规  
《数字化电能计量系统 数字量输出报文特性测量方  
法》编制说明

国家高电压计量站  
国家电网公司营销部  
国网内蒙古东部电力有限公司供电服务监管与支持中心  
国网山西省电力公司  
国网天津市电力公司  
南方电网数字电网研究院有限公司  
国网安徽省电力有限公司营销服务中心

2022年08月

# 《数字化电能计量系统 数字量输出报文特性测量方法》编制说明

## （一）工作内容

### 1. 任务来源

根据国家市场监管总局市场总局办公厅关于下达的《2020年国家计量技术规范制定、修订及宣贯计划的通知》（市监计量〔2020〕38号），《数字化电能计量系统 通用测试方法 第1部分：数字量输出报文特性测量方法》国家计量技术规范制定计划获批立项。由全国电磁计量技术委员会高压计量分技术委员会归口组织编写工作，并下达高压分委[2020]20号通知，成立本国家计量技术规范起草工作组。

### 2. 主要起草单位和工作组成员

参加本规范起草工作的主要单位有：国家高电压计量站、国家电网有限公司营销部、南方电网数字电网研究院有限公司、国网内蒙古东部电力有限公司供电服务监管与支持中心、国网山西省电力公司、国网天津市电力公司、国网安徽省电力有限公司营销服务中心。

主要起草人有：胡浩亮、彭楚宁、周尚礼、胡浩、程昱舒、杨光、任民。

### 3. 采纳国际建议声明

本规范没有采纳国际建议。

### 4. 工作简要过程

本规范自2020年立项的主要工作过程如下：

2020年7月，起草工作组成立，并在腾讯网络会议上召开了启

动工作会议暨初稿讨论会，对草案稿的总体框架结构进行了讨论。会上明确了标准的适用范围等内容，明确了下一步的工作要求和时间节点并进行了分工，该次会议对国家计量技术规范《数字化电能计量系统 数字量输出报文特性测量方法》总体框架及初稿进行了集中讨论。参考相关数字量输出设备对报文特性的要求及 DL/T 860.92、GB/T20840.8 相关要求，明确计量特性和试验项目；删除“术语”中对数字量报文测试装置的定义；取消“试验一般规定”，将部分内容归入“测量前的准备工作”，并明确试验步骤。会议上对下一步工作任务进行了分工。国家高电压计量站、国网安徽营销服务中心搜集数字报文相关标准，国网山西公司、南网数字研究院分别调研主流电子式互感器、合并单元、光数字信号试验装置等设备厂家涉及报文类的技术指标，形成调研报告；国家高电压计量站牵头，南网数字研究院、国网山西公司、国网蒙东供电服务中心配合开展验证试验，形成验证试验报告。国家高电压计量站负责本技术规范采用的测量方法涉及专利的识别；国网天津公司、国网安徽营销服务中心负责各阶段标准文本的规范性审查。

2020 年 9 月，起草工作组在武汉召开初稿集中编制会议，完成了初稿材料编写，编制工作组内部对初稿进行了讨论和修改。国家高电压计量站牵头组织各参与单位开展验证试验，试验对象包括南瑞合并单元、武汉凯默的光数字信号试验装置，在国家高电压计量站、许继集团以及华中科技大学实验室，针对光学和电气两种类型的数字量输出报文的各项计量特性进行了验证试验。

2020年11月，起草工作组在山西召开了征求意见稿集中编制会议，对征求意见稿进行讨论和修改，形成征求意见稿。对征求意见稿正文中适用范围、引用文件、术语和计量单位、概述、计量特性、试验条件、试验项目和试验方法、测量结果表达等内容进行了详尽的研讨；结合DL/T 1783-2017《IEC 61850 工程电能计量应用模型标准》中6.3.2规定的影响计量性能的报文特性，完善标准内容；对“不确定度评定”中不确定度分量的来源和“调研报告”的具体章节内容进行了修改和完善。会议上对下一步工作任务进行了分工。在技术调研方面，国网天津公司、国网安徽营销服务中心负责补充设备制造厂出厂试验的内容和现场验收试验的内容，以及不同设备间的差异调研；试验验证方面，国家高电压计量站、国网营销部负责组织补充消光比验证试验；标准稿起草方面，国网蒙东供电服务中心负责不确定度评定示例，南网数字研究院和国网山西公司负责附录原始记录及报告内面格式。

2021年3月初，起草工作组完成征求意见稿修改，并在编制组内征求意见并于2021年3月下旬月形成征求意见稿。2021年4月，国家高电压计量站根据编制组内的征求意见对征求意见稿进行了再次修改。

2021年8月，起草工作组向秘书处报送征求意见稿全套材料。

2021年11月，起草工作组提交了国家计量技术规范计划项目调整申请表，计划报批时间申请延期一年。在实际调研及试验中发现：

1、涉及的调研对象包括互感器合并单元、数字化电能表检验装置、

光数字信号试验装置、光交换机等装置，调研对象远超出预估；2. 标准为通用型方法类标准，不同的调研对象可能涉及不同的测试原理及光学、通信领域等跨专业学科内容，导致试验验证工作开展难度较大。为保证项目编制质量，提升项目可操作性及项目技术水平，编制工作组建议延期一年，开展充分的调研和试验验证，保证项目质量。

2022 年 4 月，标委会组织了本标准的征求意见稿评审，提出修改意见如下：在正文“范围”中对规范的适用范围进一步明确及凝练；正文中“术语和计量单位”的“数字量输出报文测量系统”、“抖动”定义需修改。正文中“概述”补充电信号传输类型描述。正文“计量特性”，性能指标需参照相关通讯类标准作进一步补充完善，并在调研报告及试验验证报告中完善对应内容。正文“附录 B 不确定度评定示例”，数字量报文输出装置分辨力引入的不确定度计算结果有误，需修改。

2022 年 6 月，起草工作组向秘书处报送修改后的征求意见稿全套材料。

2022 年 7 月，标委会组织了本标准的征求意见稿复评审，提出修改意见如下：正文中“测量项目”，表 2 中注明测量项目的光信号和电信号适用类型；正文中“测量标准及其他设备”，建议修改“数字量输出报文测量装置”的表述；正文中“过冲及脉动”，修改脉动公式及对应波形示意图；正文中“测量方法”，电脉冲信号测量中建议考虑阻抗匹配问题；试验验证报告中补充“时钟抖动”相关试验验证记录；正文中“测量标准及其他设备”，建议补充光衰减器的相

关要求；正文中“测量结果”，需要核对确认报告的名称。

2022年8月，起草工作组根据标准征求意见稿的复评审意见，对征求意见稿相关材料进行了修改及完善，参照秘书处提供的试验验证报告、调研报告及编制说明示例，修改了相应材料。试验验证报告中补充“时钟抖动”相关试验验证记录，增加电子式互感器（光供电直流远端模块）和光交换机的数字量输出报文的验证试验。在概述中补充数字量输出报文的输出对象的描述，为标准正文进行铺垫。

## （二）编写原则和主要内容

### 1. 编写原则

本规范是制订版本。编制遵循“统一性、协调性、适用性、一致性和规范性”的原则，严格按照JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1002-2010《国家计量检定规范编写规则》及JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》进行编制，并与相关标准协调统一。

### 2. 主要内容

本规范规定了数字量报文输出装置进行报文特性测试时需要进行的试验项目、试验方法、试验结果的处理等内容，包含：数字量报文的计量特性、试验条件、试验项目和试验方法等主要内容。

### 3. 编制目的及要解决的问题

目前数字化计量已经成为计量专业的发展趋势，越来越多的数字化计量设备投入使用，输入或者输出信号为数字化报文信号为数字化计量设备的典型特征，所以有必要针对数字计量设备制定统一的基础性的报文特性测试方法，来指导其特性测试工作。

### **（三）主要试验验证情况及预期达到的效果**

起草工作组选取（电子式互感器）合并单元、光数字信号试验装置、以太网交换机作为试验对象，按本规范中规定的主要测试项目进行试验，验证该本规范的正确性和可行性。主要试验项目中的测量方法均参照该标准，具体试验数据见试验验证报告。主要试验情况如下：

2021年，针对合并单元及光数字信号试验装置进行了试验，包括光信号及电信号两种类型的数字量输出报文的试验，测量项目包括采样值报文发送时间间隔离散值试验、过冲、脉动试验、光功率试验、脉冲上升、下降时间试验、消光比试验。

2022年，根据规范文本的编制修改，进一步补充了合并单元及光数字信号试验装置的计量特性时钟抖动及信号幅值的试验验证，为充分验证本规范计量特性及测量方法的合理性，增加了电子式互感器（光供电直流远端模块）和光交换机的数字量输出报文的试验验证，测量项目包括采样值报文发送时间间隔离散值试验、过冲、脉动试验、光功率试验、脉冲上升、下降时间试验、消光比、时钟抖动和信号幅值试验。

试验结果表明，标准中的计量性能要求满足要求，部分技术要求具有一定前瞻性，对促进市场产品规范有较好的引导作用，可操作性较强。

### **（四）采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况**

本文件未涉及国际标准和国外先进标准的采用。

### **（五）与现行法律、法规、政策及相关标准的协调性**

本规范符合现行法律、法规、政策的要求。本规范的制定过程主要依据和参考如下标准：

JJF 1617 电子式互感器校准规范

GB/T 20840.8 互感器 第 8 部分：电子式电流互感器

DL/T 860.92 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

编制过程中相应试验方法均借鉴或直接引用自上述标准最新有效版本，故本文件与现行法律、法规、政策没有抵触，与现行有效的相关标准协调。

#### （六）重大分歧意见的处理经过和依据

在实际调研及试验中发现：1、涉及的调研对象包括互感器合并单元、数字化电能表检验装置、光数字信号试验装置、光交换机等装置，调研对象远超出预估；2. 标准为通用型方法类标准，不同的调研对象可能涉及不同的测试原理及光学、通信领域等跨专业学科内容，导致试验验证工作开展难度较大。为保证项目编制质量，提升项目可操作性及项目技术水平，起草工作组提交了国家计量技术规范计划项目调整申请表，计划报批时间申请延期一年，开展充分的调研和试验验证，保证项目质量。

起草工作组于 2022 年充分调研了不同类型的数字量报文输出装置，包括电子式互感器、合并单元、数字化电能表检验装置、光数字信号试验装置、光交换机等装置，并对标准的范围、概述、计量特性及测量方法进行了修改，补充了时钟抖动和信号幅值的试验验证，并补充了电子式互感器和光交换机的试验验证，试验验证对象覆盖了电子式互感器、合并单元、光数字信号试验装置和光交换机，数字量输出报文类型涵盖电信号和光信号两种，经过充分的试验，验证了标准中计量特性及测量方法的合理性和有效性。



## （七）涉及专利的说明

无

## （八）贯彻标准的要求和措施建议

在调研部分数字量报文输出装置生产厂家出厂试验基础上，了解到鉴于目前数字量报文输出装置相关出厂检测标准、产品技术标准还不太完善，厂家出厂试验内容较为简单，基本只进行了出厂前的功能验证，对于产品的定量测试很少进行，数字量报文输出装置的现场验收试验也基本是以功能验证为主，侧重于逻辑及功能验证，定量测量涉及内容较少，综合各单位建议，结合数字量报文应用情况，建议在本规范的贯彻过程中应组织各省市、自治区营销服务中心(计量中心)从事数字化计量工作的人员和仪器生产企业相关人员学习，对标准进行宣讲，组织经验交流，保证标准有效实施。

## （九）重要条文内容的解释

### 1. 关于标准框架

本标准名称为《数字化电能计量系统 数字量输出报文特性测量方法》，字面理解为测量方法类的校准规范，经编写组讨论，规范还是需要遵照校准规范格式要求进行文件编制；编写过程中重点参考 JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则，调整章节目录，调整后的标准章节目录包括：范围、引用文件、术语和计量单位、概述、计量特性、测量条件、测量项目和测量方法、测量结果及附录部分，与 JJF1071 章节要求一致。

### 2. 关于标准范围

标准结合数字量报文的应用场景及使用情况，从数字量报文本身应遵循的协议考虑，涵盖主流的数字量报文通信规约：DL/T 860.92 及 GB/T 20840.8，其它协议的数字量输出报文特性的测量可参照执

行。标准正文重点关注数字量报文特性及数字量报文的通用测试方法，本规范覆盖光学或电气的数字量输出报文特性的测量。

### 3. 关于术语和计量单位

作为通用类测试标准，标准本身不针对某一特定对象，从标准名出发，明确标准对象范围，新增数字量报文输出装置定义，新增数字量报文输出装置定义；标准中规定的计量特性，相关的名词术语在现行标准中较为缺乏，编写组在查找相关资料的过程中，着重参考全国科学技术名词审定委员会编写的《电力名词（第三版 2020）》及《计量学名词（2015 版）》等文献及标准，新增脉冲上升时间、消光比、时钟抖动、信号幅值等术语充实数字量报文特性及其测量方法，多方面考察数字量报文特性。

### 4. 关于标准可能涉及的电能计量应用模型数据集情况

《DL/T 1783-2017 IEC 61850 工程电能计量应用模型标准》的 6.3.2 节，该节内容如下图所示。

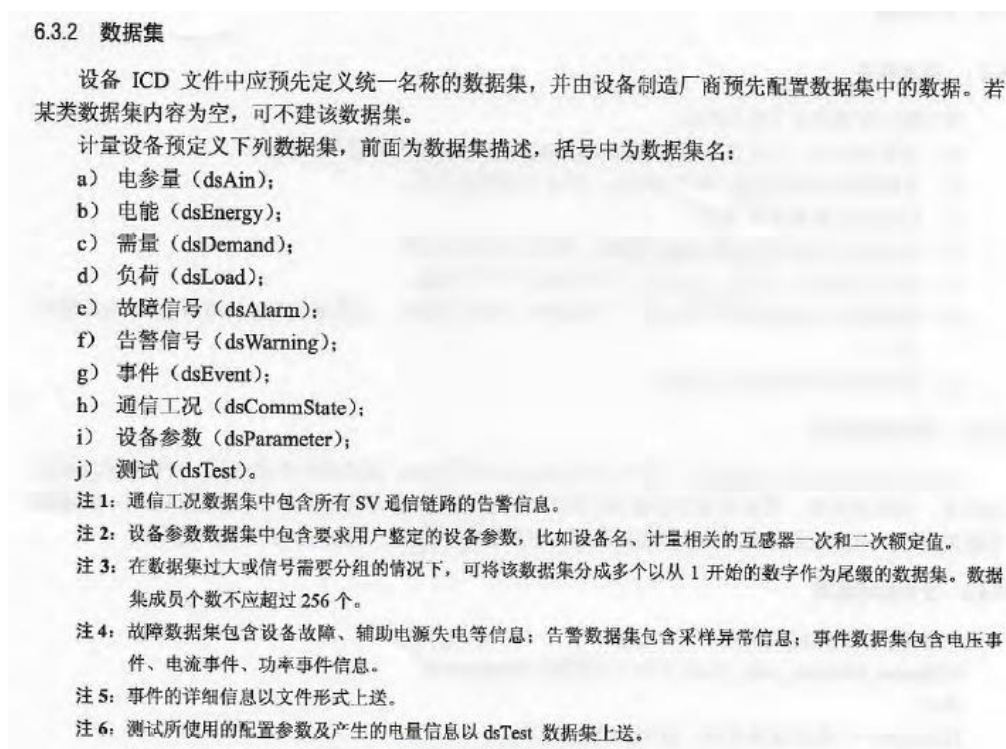


图 1 DL/T 1783-2017 IEC 61850 标准 6.3.2 节内容

经分析，该标准 6.3.2 节描述了设备 ICD（智能电子设备配置描述）文件中有关计量设备的预定义数据集，其主要规定了计量设备 ICD 文件应包含的数据集内各数据项的名称以及描述，未涉及到数字量报文特性方面的内容，编写组建议暂无需在《数字化电能计量系统 数字量输出报文特性测量方法》中增加对应内容。

## 5. 关于一致性测试内容

报文一致性主要指报文发送装置与既定配置文件之间的一致性，测试时依赖报文发送装置和配置进行对比，和报文本身的特性相关性不强，编写组建议暂无需在《数字化电能计量系统 数字量输出报文特性测量方法》中增加对应内容。

## 6. 关于概述

本规范对数字量输出报文的定义、协议类型、电气或光学类型、传输介质进行描述，同时对数字量输出报文的传输时间间隔、传输字节长度进行了描述，同时描述了数字量输出报文传输过程中可能导致其计量特性发生变化的影响影响进行了描述。

## 7. 关于计量特性

编写组在参考数字量报文相关标准、文献过程中，结合数字量报文实际应用情况及光示波器校准场景，编写组针对数字量报文特性总结的计量特性包括：采样值报文发送时间间隔离散值、光功率、脉冲过冲及脉动、脉冲上升时间、消光比、信号幅值等，均为通用型的计量特性，不针对某一具体装置，其中光功率和消光比特性为光学形式的数字量输出报文的特性，而信号幅值为电学形式的数字量输出报文特性。标准有别于现行的数字量相关规范，大篇幅重点从数字量报文层面、进一步的从数字量报文发送装置发送的数字量报文的码元层面对数字量报文相关计量特性做规范，对相关计量特性的测量过程做规

范。

#### 8. 关于过冲、脉动、脉冲上升、下降时间、信号幅值的计量特性

参照国标 GB/T 20840.8 中相关要求规定。

#### 9. 关于时钟抖动的测量方法

时钟抖动是在半电压点测得的数据跳变时间与标称时钟周期的偏离。假设标准的 DL/T 860.92 或 GB/T 20840.8 协议报文的发送速率为 10Mbit/s，采用曼特斯特编码方式发送时，其波特率为 20Mbit/s，因此，标称时钟周期为 50ns，在半电压点测得的单个最小宽度脉冲码元跳变时间应为 50ns 左右，测量时，可以通过示波器将一段时间内的脉冲码元进行切割、叠加，获得无限余辉效果，可以通过示波器测量出脉冲码元跳变时间的抖动范围。在一定条件下，也可以手动触发方式随机测量多个单脉冲码元跳变时间，来获得统计测量效果。

#### 10. 关于测量前的准备工作

标准为通用类型的标准，但考虑到数字量报文特性的测量还是需要由设备作为载体来完成，编写组将设备类标准测量前的准备工作相关内容放在本文件中作为测量前的准备工作，以保证测量过程的安全、可靠。

#### 11. 关于电信号数字量输出报文传输特性

参考国标 GB/T 20840.8，电信号数字量输出报文采用铜线传输介质传输，传输过程中受传输介质阻抗、驻波系数及衰减等影响，会导致传输信号幅值发生变化，进一步影响数字量输出报文的接收及解析。因此，考虑将电脉冲信号幅值作为数字量输出报文的计量特性，可以综合考核数字量报文传输过程中受传输阻抗、驻波系数及其它因素引起的信号幅值衰减或增加的影响。为保证电气信号测量的有效性，测量仪器的输入阻抗建议为  $1M\Omega$ 。

## 12. 关于报文延时特性测量的考虑

报文的延时特性是数字量报文输出装置经过链路层后产生的影响特性，不涉及报文本身特性，编写组建议暂无需在《数字化电能计量系统 数字量输出报文特性测量方法》中增加对应内容。

## 13. 关于消光比

消光比是用于衡量光数字信号质量的重要参数之一，它的大小会直接影响接收装置的灵敏度。消光比越大，则接收端会有越好的逻辑鉴别率；消光比越小，则表示信号更易受到干扰，系统误码率会上升，该部分内容是光数字量报文输出设备特有的特性，是数字量报文装置参量的重要组成部分。目前市面上常用的消光比测试仪是用于测量偏振消光比，通常用于偏振光信号测量，而本项目的消光比属于光强度消光比，通常用于通讯光信号测量，目前尚无专用仪器设备，大多采用示波器或功率计进行波形采集，并计算光脉冲波形的高电平和低电平时的平均光功率，再通过公式  $ER=10\lg(A/B)$  计算消光比，其中 A 为高电平时平均输出光功率，B 为低电平时平均输出光功率。

## 14. 关于测量项目和测量方法

参考相关标准及数字量报文日常应用情况，标准从数字量报文的日常应用及数字量报文的物理特性 2 个大方向规定了数字量报文输出装置的采样值报文发送时间间隔离散值、过冲和脉动、光功率、脉冲上升/下降间、消光比、时钟抖动、信号幅值等测量项目，与前文计量特性一一对应。

起草工作组

2022 年 08 月

---