

ICS 29.240.01  
CCS K 45

# NB

## 中华人民共和国能源行业标准

NB/T 11216—2023

---

### 智能变电站数字信号试验装置校准规范

Calibration specification of digital signal test device for intelligent substation

2023-05-26 发布

2023-11-26 实施

国家能源局 发布



## 目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 校准条件	2
5 数字信号校准	2
6 校准结果的表达	15
7 复校时间间隔	15
附录 A（规范性） 数字信号校准算法	16
附录 B（资料性） 数字信号试验装置校准不确定度评定方法	20
参考文献	24

## 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。

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。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国量度继电器和保护设备标准化技术委员会（SAC/TC 154）归口。

本文件起草单位：许昌开普电气研究院有限公司、珠海开普检测技术有限公司、许昌开普检测研究院股份有限公司、南方电网科学研究院有限责任公司、上海乐耘电气技术有限公司、国网湖北省电力有限公司电力科学研究院、中国电力科学研究院有限公司、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、南京合智电力科技有限公司、国电南京自动化股份有限公司、北京四方继保工程技术有限公司、国电南瑞科技股份有限公司、南京南瑞继保电气有限公司、许继电气股份有限公司、长园深瑞继保自动化有限公司、广东昂立电气自动化有限公司、长沙永程科技有限公司、江苏凌创电气自动化股份有限公司、国网河南省电力公司电力科学研究院、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、许昌学院、华北水利水电大学、重庆电力高等专科学校、南方电网数字电网研究院有限公司、国网电力科学研究院有限公司、武汉凯默电气有限公司、武汉市豪迈电力自动化技术有限责任公司、哈尔滨光宇电气自动化有限公司、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司梧州局、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司贵阳局、国网新疆电力有限公司电力科学研究院、国网重庆市电力公司电力科学研究院、国网甘肃省电力公司电力科学研究院、云南电网有限责任公司电力科学研究院、国网山东省电力公司电力科学研究院、广西电网有限责任公司电力科学研究院、国网河北省电力有限公司电力科学研究院、国网安徽省电力有限公司电力科学研究院、国网浙江省电力有限公司宁波供电公司、国网浙江省电力有限公司台州供电公司、许昌豫盛昌电气股份有限公司。

本文件主要起草人：张杨、陈光华、李书勇、唐翼、林海鹰、李鹏、方芳、朱继红、程成、贺志刚、侯喆、戴光武、尹明、宁涛、吴悦胜、姚程、张炜、韩伟、陈实、殷志锋、谭联、徐明、林跃欢、刘杨、周坤、石旭刚、张立峰、吴志宇、冯文昕、朱啸天、南东亮、王洪彬、王永年、许守东、王宏、王晓明、何白冰、陈天英、陈洪波、吕世斌、黄镇、李伟霞。

本文件为首次发布。

# 智能变电站数字信号试验装置校准规范

## 1 范围

本文件规定了智能变电站数字信号试验装置（以下简称“数字信号试验装置”）的校准条件、校准模式、校准项目、校准方法、校准结果的表达、复校时间间隔等要求。

本文件适用于智能变电站数字信号试验装置，针对其收发的符合 DL/T 860.92、DL/T 860.81、GB/T 20840.7、GB/T 20840.8 协议的数字信号进行校准。

## 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 20840.7 互感器 第7部分：电子式电压互感器

GB/T 20840.8 互感器 第8部分：电子式电流互感器

DL/T 860.81 电力自动化通信网络和系统 第8-1部分：特定通信服务映射（SCSM）—映射到MMS（ISO 9506-1和ISO 9506-2）及ISO/IEC 8802-3

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

DL/T 1501 数字化继电保护试验装置技术条件

DL/T 1944 智能变电站手持式光数字信号试验装置技术规范

JF 1059.1—2012 测量不确定度评定与表示

## 3 术语和定义

GB/T 20840.7、DL/T 1501、DL/T 1944 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**数字信号 digital signal**

符合 DL/T 860.92、DL/T 860.81、GB/T 20840.7 和 GB/T 20840.8 的数字报文。

### 3.2

**数字信号试验装置 digital signal test device**

智能变电站建设、调试和维护过程中收发符合 DL/T 860.92、DL/T 860.81、GB/T 20840.7、GB/T 20840.8 等数字报文的试验装置。

注：如数字化继电保护测试仪、合并单元测试设备等装置。

### 3.3

**数字信号分析算法与工具 digital signal analysis algorithm and tool**

与数字信号试验装置（3.2）、标准信号源、授时设备相连，收发数字信号（3.1）或模拟信号、开关量信号，提取数字信号试验装置测试指标的算法与工具，是数字信号试验装置校准工作中的标准装置。

注：数字信号分析算法与工具包括实体工具（网络分析记录仪等仪器）和成熟数字信号处理算法（滤波、估计、分解等算法）。

### 3.4

#### 信号转换时间 **signal conversion time**

数字信号试验装置获取一种信号后将其转换并发出所经过的时间。根据获取信号和转换信号类型的不同，可分为以下三种：

- a) 数字信号转硬接点时间。数字信号转硬接点时间是指装置在接收到数字信号之后，经固定的或可控的延时将其转换为硬接点信号并发出所经过的时间。
- b) 数字信号转数字信号时间。数字信号转数字信号时间是指装置在接收到数字信号之后，经固定的或可控的延时将其转发或转换为另一个数字信号并发出所经过的时间。
- c) 硬接点转数字信号时间。硬接点转数字信号时间是指装置在接收到硬接点信号之后，经固定的或可控的延时之后将其转换为数字信号并发出所经过的时间。

## 4 校准条件

### 4.1 环境条件

数字信号试验装置的校准环境应满足如下条件：

- a) 环境温度：20℃±5℃。
- b) 相对湿度：45%~75%。
- c) 大气压力：86 kPa~106 kPa。
- d) 交流供电电压：偏差不超过电源额定值的±10%。
- e) 交流供电频率：50 Hz±0.5 Hz。
- f) 交流供电波形：正弦波，波形失真度不大于5%。
- g) 直流供电电压：偏差不超过电源额定值的±2%。
- h) 直流供电电压的纹波系数：不大于2%。
- i) 周围无影响正常校准的电磁干扰和机械振动。

当超出 a)~i) 规定的环境条件时，由用户与制造商商定。

### 4.2 标准装置要求

数字信号试验装置校准工作中的标准装置（以下简称“标准装置”）应采用专用的整体标准装置或组合式标准装置。

标准装置的模拟量精度指标（扩展不确定度、最大允许误差）不应大于被校准数字信号试验装置（以下简称“被校准装置”）相应功能精度指标的1/3，数字量精度指标（扩展不确定度、最大允许误差）应优于被校准装置的相应精度指标。标准装置的各个参量的读数分辨率应满足被校准装置相应功能的误差要求。

示例：

当被校准装置的交流电压100 V最大允许误差为±0.1%时，其最大允许误差值为±0.1 V。对于模拟量，标准装置交流电压100 V的精度指标至少优于±0.03 V（±0.1 V的1/3），相应的读数分辨率至少为0.01 V；对于数字量，标准装置交流电压100 V的精度指标至少优于±0.1 V，相应的读数分辨率至少为0.1 V。

## 5 数字信号校准

### 5.1 校准模式

#### 5.1.1 一般要求

根据获取和发送数字信号工作原理的不同，数字信号试验装置可分为四种工作模式，每种工作模式

的校准原理和方法不同。四种工作模式如下：

- a) D 模式：发送或接收相应数字信号。
- b) A/D 模式：接收模拟信号或开关量信号，转换为相应数字信号并输出。
- c) D/D 模式：接收一路或多路数字信号，将所接收的数字信号进行输出。
- d) D/B 模式：接收数字信号，转换为相应的开关量信号并输出。

实际应用中，数字信号试验装置可能会兼具以上多种工作模式，在校准过程中应将其功能按以上工作模式进行分解。

在校准工作中，涉及端口间数字信号同步性指标参量的校准时，宜针对数字信号试验装置的全部数字信号收发端口进行校准。

数字信号校准的各种算法按照附录 A 的规定，在满足校准需求的情况下进行选用。若实际校准中所选用算法与附录 A 不同，应在校准证书中予以说明。

### 5.1.2 D 模式数字信号试验装置校准

#### 5.1.2.1 直接校准

由被校准装置收发的信号指标为  $X$ ，由标准装置收发的信号指标为  $\hat{X}$ 。通过分别获取标准装置和被校准装置的数字信号指标进行校准。校准原理见图 1。

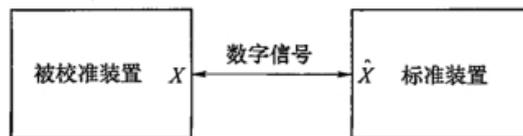


图 1 D 模式智能变电站数字信号试验装置直接校准方法示意图

#### 5.1.2.2 比对校准

选择固定的数字信号收发装置作为信号源，用标准装置和被校准装置同时对信号源进行测试。以标准装置获取的数字信号指标  $\hat{X}$  与被校准装置获取的数字信号指标  $X$  进行比对实现校准。校准原理见图 2。

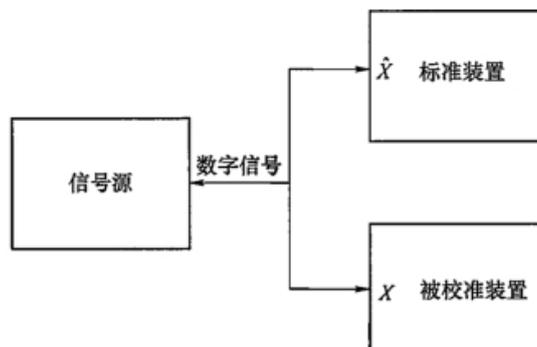


图 2 D 模式智能变电站数字信号试验装置比对方法校准示意图

### 5.1.3 A/D 模式数字信号试验装置校准

在进行 A/D 模式数字信号试验装置的校准时，标准装置需要具有模拟量输出和数字信号接收功能，发出的模拟信号  $X$  和接收的数字信号  $\hat{X}$  用自动或手动方法进行比较。校准时，由标准装置的模

拟量输出源为被校准装置发送校准测试需要的模拟量，然后利用分析工具分析被校准装置输出的数字信号。利用标准装置获取的数字信号指标  $\hat{X}$  与模拟信号输出源的设定值  $X$  进行比较，进而进行校准，校准原理见图 3。

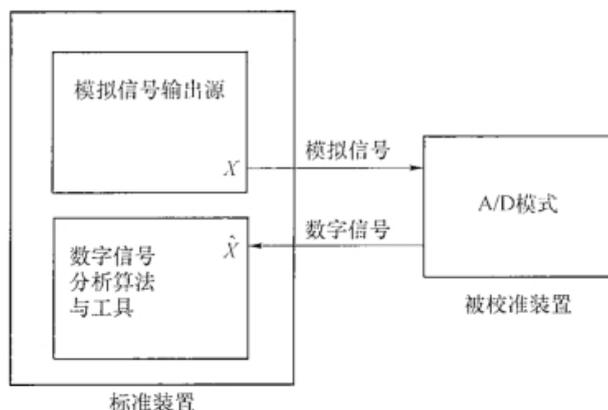


图 3 A/D 模式智能变电站数字信号试验装置校准示意图

#### 5.1.4 D/D 模式数字信号试验装置校准

在进行 D/D 模式数字信号试验装置的校准时，标准装置需要具有数字信号输出和数字信号接收功能，发出的数字信号  $X$  和接收的数字信号  $\hat{X}$  用自动或手动方法进行比较。标准数字量输出源为被校准装置发送校准测试需要的数字量，然后利用分析工具分析被校准装置输出的数字信号输出。利用校准工具获取的数字信号指标  $\hat{X}$  与数字信号输出源的设定值  $X$  进行比较，进而进行校准，校准原理见图 4。

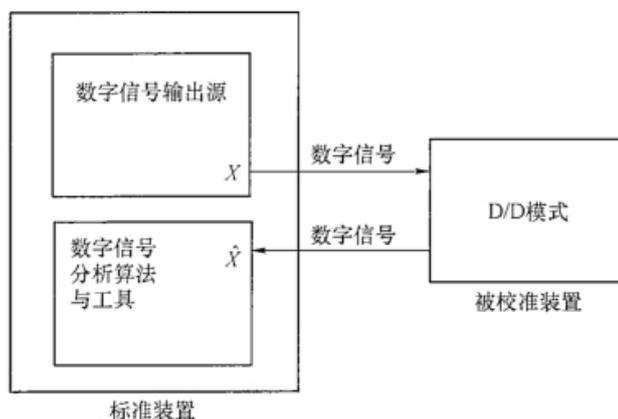


图 4 D/D 模式智能变电站数字信号试验装置校准示意图

#### 5.1.5 D/B 模式数字信号试验装置校准

D/B 模式数字信号的被校准装置，其 D/B 转换是指开关量信号的转换，在涉及采样值数字信号校准时参照 D 模式进行校准，开关量信号的校准采用 5.1.2.1 的直接校准法。

### 5.2 校准项目

智能变电站数字信号试验装置的校准项目见表 1。

表 1 智能变电站数字信号试验装置校准项目

序号	校准类型	校准项目
1	通用指标	采样率
2		采样间隔
3		采样同步准确度
4		额定延迟时间
5	直流信号	电压幅值
6		电流幅值
7	交流信号	电压幅值
8		电流幅值
9		相位
10		频率
11		谐波含量
12	时间指标	数字信号转硬接点时间
13		数字信号转数字信号时间
14		硬接点转数字信号时间
15		数字信号状态持续时间

注：直流信号是指符合 GB/T 26216.1 和 GB/T 26217 的直流信号。

### 5.3 校准方法

#### 5.3.1 采样率校准

将被校准装置输出的数字信号接入标准装置，设定被校准装置输出数字信号的采样率为  $f_{s0}$ ，利用数字信号分析算法与工具分析得到被校准装置输出数字信号的实际采样率  $f_s$ 。

采样率误差定义见公式 (1)。

$$\Delta f_s = f_s - f_{s0} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\Delta f_s$  —— 采样率误差；

$f_s$  —— 采样率测量值；

$f_{s0}$  —— 采样率标称值。

以 1 min 内的固定帧数为基准，对  $f_s$  进行测量，固定帧数  $N$  计算见公式 (2)。

$$N = 1 \times 60 \times f_{s0} \quad \dots\dots\dots (2)$$

采样帧数为  $N$  的采样时刻说明见图 5， $T_1$  时刻为被校准装置第一帧数据发出的时刻， $T_N$  为第  $N$  帧数据发出的时刻，所以时间  $T$  为  $N-1$  个采样点的时间，可以得到真实采样周期时间  $T_s$ ，见公式 (3)。

$$T_s = T / (N - 1) \quad \dots\dots\dots (3)$$

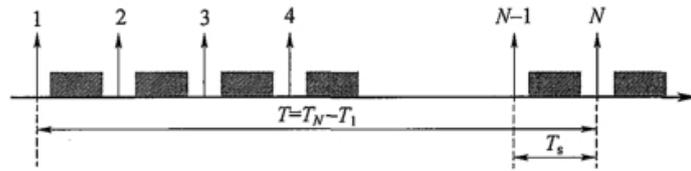


图 5 采样示意图

采样率测量值  $f_s$  为采样间隔倒数，见公式 (4)。

$$f_s = \frac{1}{T_s} \quad \dots\dots\dots (4)$$

在此基础上计算采样率误差，见公式 (1)。

### 5.3.2 采样间隔校准

设置被校准装置按照设定的采样率  $f_0$  发送预定格式的采样报文，利用标准装置接收采样报文，统计采样间隔误差。

采样间隔的校准通常采用采样间隔误差表示，采样间隔误差见公式 (5)、公式 (6)。

$$\Delta T = T - T_0 \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$T_0 = 1 / f_0 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$\Delta T$ ——采样间隔误差；

$T$ ——采样间隔测量值；

$T_0$ ——采样间隔基准值；

$f_0$ ——采样率基准值。

通过统计采样间隔误差，从而得到采样间隔的最大正偏差和最大负偏差，计算过程见公式 (7)。

$$\begin{cases} M_T = \max (T_i - T_0) \\ N_T = \min (T_i - T_0) \end{cases} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$M_T$ ——采样间隔的最大正偏差；

$N_T$ ——采样间隔的最大负偏差；

$T_i$ ——试验时间段内的所有采样间隔序列。

### 5.3.3 额定延时校准

#### 5.3.3.1 D 模式数字信号试验装置额定延时校准

根据 GB/T 20840.8 的规定，额定延时是指数字数据处理和传输所需时间的额定值。对于 D 模式被校准装置，不存在 A/D 和 D/D 采样过程，其额定延时为预定发送时刻与实际发送时刻的差值，见图 6。校准方法及过程如下：

- a) 被校准装置和标准装置接收同一个授时设备的时间同步信号，完成时间同步。
- b) 将被校准装置输出的数字报文接入标准装置。
- c) 设置被校准装置的额定延迟时间为  $T_{d0}$ ，并设定其在整秒  $T_0$  时刻发出数字报文。
- d) 标准装置接收到第一帧采样序号为 0 的数字报文的时刻记为  $T_1$ 。
- e) 额定延迟时间的测量值计算见公式 (8)。

$$T_d = T_1 - T_0 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$T_d$ ——额定延迟时间测量值；

$T_0$ ——被校准装置设定的数字报文发送时刻；

$T_1$ ——标准装置接收到第一帧采样序号为 0 的数字报文的时刻。

f) 额定延迟时间误差计算见公式 (9)。

$$\Delta T_d = T_{d0} - T_d \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$\Delta T_d$ ——额定延迟时间误差；

$T_{d0}$ ——额定延迟时间设定值。

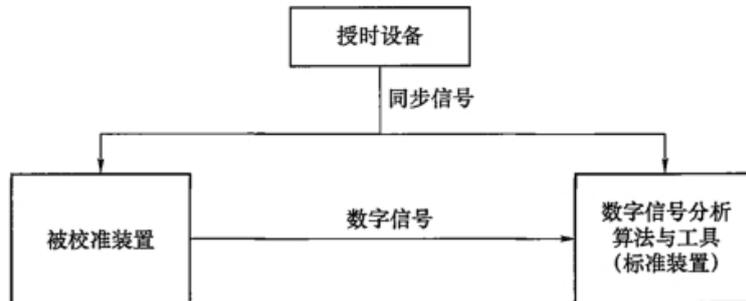


图 6 D 模式智能变电站数字信号试验装置额定延迟时间校准示意图

5.3.3.2 A/D 模式数字信号试验装置额定延时校准

对于 A/D 模式被校准装置，当装置处于同步运行和非同步运行模式时，额定延迟时间的校准方法不同。具体如下：

- a) 同步运行（直流/交流数字信号，校准原理见图 7）。
  - 1) 被校准装置和标准装置接收同一个授时设备的时间同步信号，完成时间同步。
  - 2) 将被校准装置输出的数字报文接入标准装置。
  - 3) 通过暂态延迟测试法（按照附录 A 中 A.1 的规定）确认被校准装置的额定延迟时间小于同步信号周期（1 s）。
  - 4) 设置被校准装置的额定延迟时间为  $T_{d0}$ ，并设定其在整秒  $T_0$  时刻发出数字报文。
  - 5) 标准装置接收到第一帧采样序号为 0 的数字报文的时刻记为  $T_1$ 。

额定延迟时间的测量值的计算见公式 (8)，额定延迟时间的误差的计算见公式 (9)。

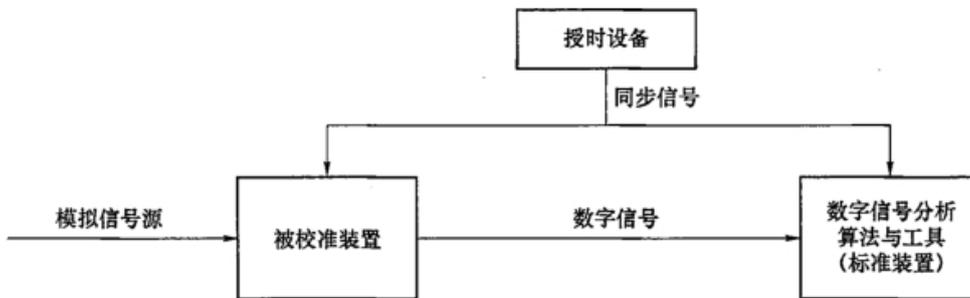


图 7 同步运行 A/D 模式智能变电站数字信号试验装置额定延迟时间校准示意图

- b) 非同步运行（交流数字信号，校准原理见图 8）。
  - 1) 通过暂态延迟测试法（按照附录 A 中 A.1 的规定）确认被校准装置的额定延迟时间小于工

频周期 (20 ms)。

- 2) 将模拟信号源与被校准装置输出的数字报文同时接入标准装置, 计算两组采样信号同一时刻的基波相位。

额定延迟时间测量值计算见公式 (10)。

$$T_d = (\varphi_1 - \varphi_2) / 2\pi f \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

- $T_d$ ——额定延迟时间测量值;
- $\varphi_1$ ——模拟信号源的基波相位;
- $\varphi_2$ ——输出数字报文的基波相位;
- $f$ ——模拟信号源频率。

额定延迟时间误差计算见公式 (9)。

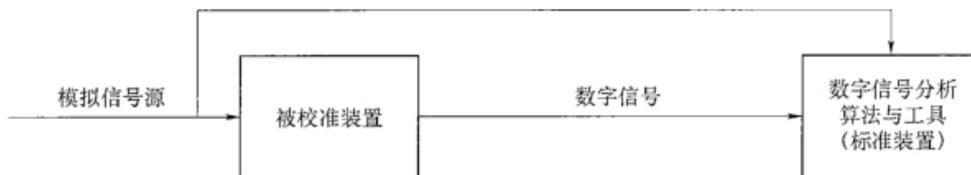


图 8 非同步运行 A/D 模式智能变电站数字信号试验装置额定延迟时间校准示意图

- c) 非同步运行 (直流数字信号, 校准原理见图 8)。通过暂态延迟测试法 (按照附录 A 中 A.1 的规定) 测试额定延迟时间误差。额定延迟时间的误差计算见公式 (9)。

### 5.3.3.3 D/D 模式数字信号装置校准

对于 D/D 模式数字信号被校准装置, 当装置处于同步运行和非同步运行模式时, 额定延迟时间的校准方法不同:

- a) 同步运行 (交流/直流数字信号, 校准原理见图 9)。
  - 1) 被校准装置和标准装置接收同一个授时设备的时间同步信号, 完成时间同步。
  - 2) 将被校准装置输出的数字报文接入标准装置。
  - 3) 通过暂态延迟测试法 (按照附录 A 中 A.1 的规定) 确认被校准装置的额定延迟时间小于同步信号周期 (1 s)。
  - 4) 设置被校准装置的额定延迟时间为  $T_{d0}$ , 并设定其在整秒  $T_0$  时刻发出数字报文。
  - 5) 标准装置接收到第一帧采样序号为 0 的数字报文的时刻记为  $T_1$ 。

额定延迟时间的测量值计算见公式 (8), 额定延迟时间的误差计算见公式 (9)。
- b) 非同步运行 (交流数字信号, 校准原理见图 9)。
  - 1) 通过暂态延迟测试法 (按照附录 A 中 A.1 的规定) 确认被校准装置的采样延迟小于工频周期 (20 ms)。
  - 2) 将信号源与被校准装置输出的数字报文同时接入标准装置, 记录一个采样周期内的两组采样信号的時刻和基波相位:
    - 输入信号:  $t_1, \varphi_1$ 。
    - 输出信号:  $t_2, \varphi_2$ 。
  - 3) 额定延迟时间测量值计算见公式 (11)。

$$T_d = (\varphi_2 - \varphi_1) / 2\pi f - (t_2 - t_1) \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

- $T_d$ ——额定延迟时间测量值;

- $\varphi_1$ ——输入信号源的基波相位；
- $t_1$ ——输入数字信号源时刻；
- $\varphi_2$ ——输出数字报文的基波相位；
- $t_2$ ——输出数字信号报文时刻；
- $f$ ——输入信号源频率。

额定延迟时间的误差计算见公式（9）。

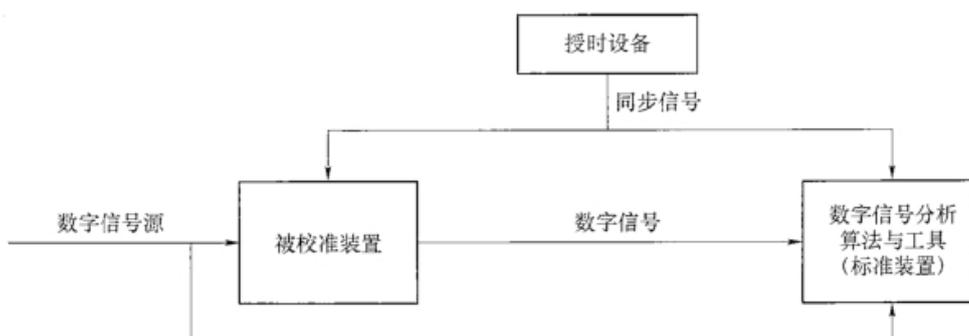


图 9 D/D 模式数字信号试验装置同步运行额定延时校准示意图（非同步时无授时装置）

- c) 非同步运行（直流信号）装置校准。通过暂态延迟测试法（按照附录 A 中 A.1 的规定）测试额定延迟时间误差。额定延迟时间的误差计算见公式（9）。

### 5.3.4 采样同步准确度校准

#### 5.3.4.1 单光口采样同步准确度校准

在进行单光口采样同步准确度的校准时，需要对被校准装置输出数字报文通道的相位差进行设定。针对 D 模式被校准装置，设定被校准装置输出数字报文中各通道之间的相位差；针对 A/D 或 D/D 模式被校准装置，设定被校准装置输入信号各模拟量通道或数字量通道之间的相位差：

- a) 对于被校准装置输出的数字报文（含  $n$  个采样值通道），取其中第  $i$  个通道（除采样延时通道外）作为相位基准，设定其他通道的相位差，如公式（12）和公式（13）所示。

$$\Delta\varphi_1, \dots, \Delta\varphi_{i-1}, \Delta\varphi_{i+1}, \dots, \Delta\varphi_n \text{ (报文通道不包含采样延时)} \dots\dots\dots (12)$$

$$\Delta\varphi_2, \dots, \Delta\varphi_{i-1}, \Delta\varphi_{i+1}, \dots, \Delta\varphi_n \text{ (报文通道包含采样延时)} \dots\dots\dots (13)$$

式中：

$\Delta\varphi_n$ ——第  $n$  个采样通道相对于通道  $i$  的相位差，可以是 0 值，也可以是非 0 值。

- b) 利用标准装置记录被校准装置输出的数字报文，计算某一采样间隔内的采样值相位差，见公式（14）。

$$\begin{cases} \Delta\hat{\varphi}_1, \dots, \Delta\hat{\varphi}_{i-1}, \Delta\hat{\varphi}_{i+1}, \dots, \Delta\hat{\varphi}_n \text{ (报文通道不包含采样延时)} \dots\dots\dots (14) \\ \Delta\hat{\varphi}_2, \dots, \Delta\hat{\varphi}_{i-1}, \Delta\hat{\varphi}_{i+1}, \dots, \Delta\hat{\varphi}_n \text{ (报文通道包含采样延时)} \end{cases}$$

式中：

$\Delta\hat{\varphi}_n$ ——第  $n$  个采样通道的相位相对于通道  $i$  的计算相位差。

采样同步的误差见公式（15）。

$$\Delta\varphi_{\text{syn}} = \max \{ |\Delta\varphi_k - \Delta\hat{\varphi}_k| \}_{k=2,3,\dots,n} \dots\dots\dots (15)$$

式中：

$\Delta\varphi_{\text{syn}}$ ——采样同步误差。

### 5.3.4.2 多光口采样同步准确度校准

对于所有工作模式的数字信号装置，当被校准装置存在多个光数字信号接口时，需要对不同光口间的采样同步准确度进行校准：

- a) 被校准装置和标准装置接收同一个授时设备的时间同步信号，完成时间同步。
- b) 将被校准装置的所有光口连接到同一台标准装置。
- c) 启动被校准装置，在装置的每个光口设置相同/不同的采样值发送配置。
- d) 标准装置记录被校准装置各光口输出数字报文的到达时刻，记录时间不少于 10 s。
- e) 选择各光口输出报文中第一个采样序号为 0 的报文，对于  $n$  个光口，记录各个 0 序号报文的到达时间，到达时间分别为  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $\dots$ 、 $T_n$ ，其中  $T_n$  为第  $n$  个光口中第一个采样序号为 0 的报文到达时刻。

光口间的采样同步误差见公式 (16)、公式 (17)、公式 (18)：

$$T_{\max} = \max (T_1, T_2, \dots, T_n) \quad \dots\dots\dots (16)$$

$$T_{\min} = \min (T_1, T_2, \dots, T_n) \quad \dots\dots\dots (17)$$

$$\Delta T_{\text{syn}} = T_{\max} - T_{\min} \quad \dots\dots\dots (18)$$

式中：

$T_{\max}$  ——采样间隔内各光口第一帧 0 序号报文最迟到达时间；

$T_{\min}$  ——采样间隔内各光口第一帧 0 序号报文最早到达时间；

$\Delta T_{\text{syn}}$  ——多光口采样同步误差。

### 5.3.5 幅值有效值校准

幅值的有效值通过数字信号分析算法与工具对数字量进行解析和计算的方式获得，具体算法流程按照附录 A 中 A.2 的规定。

- a) D 模式被校准装置。设置被校准装置输出数字报文的幅值  $A$ ，利用标准装置接收被校准装置输出的数字报文，计算得出幅值估计的最优值  $\hat{A}$ ，有效值误差  $W$  计算见公式 (19)。

$$W = (A - \hat{A}) / \hat{A} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (19)$$

- b) A/D 和 D/D 模式被校准装置。设置标准模拟源/数字源输出信号的幅值  $A'$ ，利用标准装置接收被校准装置输出的数字报文，计算得出幅值估计的最优值  $\hat{A}'$ ，有效值误差  $W$  见公式 (20)。

$$W = (\hat{A}' - A') / A' \times 100\% \quad \dots\dots\dots (20)$$

### 5.3.6 幅值瞬时值校准

通过标准装置接收被校准装置输出的数字报文，分析获得数字报文各个采样点的瞬时值，与理论波形或输入源对应采样点的瞬时值进行比较，并对瞬时值的误差进行分析与统计。

被校准装置的工作模式不同，校准时需要设定的发送参数不同。对于 D 模式被校准装置，需要设定的发送参数为采样率、幅值、频率、初始相角（交流系统）以及采样率、幅值（直流系统）。对于 A/D 和 D/D 模式被校准装置，需要设定的发送参数为信号源的幅值、频率（交流系统）以及信号源的幅值（直流系统）。

- a) 利用标准装置接收被校准装置输出的数字报文时，记录所有采样点的瞬时值测量值  $X_n$ ，记录时间不小于 1 s。
- b) 根据附录 A 中 A.3 中的算法估计交流信号的初始相位角。
- c) 根据初始相位角和采样间隔，通过数学计算生成理论波形，计算校准时间窗内所有采样点的瞬

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/308134041015006063>