

数据采集系统校准规范

JJF 1048—1995

数据采集系统校准规范

Calibration Specification of Data
Acquisition System

JJF 1048—1995



本校准规范经国家技术监督局于1995年05月31日批准，并自1996年05月01日起施行。

归口单位：中国航空工业总公司第三〇四研究所

起草单位：中国航空工业总公司第三〇四研究所

本规范技术条文由起草单位负责解释

本规范主要起草人：

梁志国 周艳丽（中国航空工业总公司第三〇四研究所）

参加起草人：

王章泉 王成沛（中国航空工业总公司第三〇四研究所）

路克杰 苏铭林（中国航空工业总公司第三〇四研究所）

目 录

一 概述	74
1 适用范围	74
2 术语及定义	74
二 技术要求	75
3 技术要求	75
三 校准条件	76
4 校准系统要求	76
5 预调整	76
6 校准环境条件	76
7 特殊条件	76
四 校准项目和校准方法	77
8 采集速率	77
9 线性度	78
10 误差限	80
11 时间漂移	81
12 通道间串扰	83
五 校准结果的处理和校准时间间隔	84
附录 1 数据采集系统的选校项目和校准方法	84
附录 2 数据采集系统校准结果记录格式	94
附录 3 数据采集系统校准报告内容	95

数据采集系统校准规范

一 概 述

1 适用范围

本规范为指导性技术文件，适用于以模拟电量作输入的数据采集系统的校准。执行本规范的被校数据采集系统性能限定为：

①通道采集速率 $\leq 15 \times 10^6$ 次/秒

②A/D转换位数 ≤ 16 位

超出上述限定的系统，以及其他模拟量输入的数据采集系统的校准，可参照执行。

数据采集系统是一种测量设备，广泛用于各种测控领域。它可以与各种类型的传感器相连接，构成测量温度、力、压力、流量和位移等物理量的测量系统。

数据采集系统的种类很多，典型结构如图1所示。其核心部分是电量的测量。

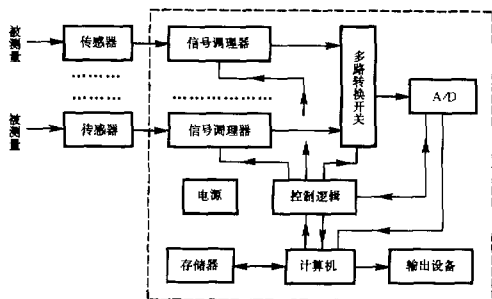


图1 数据采集系统典型结构

由传感器来的模拟信号，通过信号调理器和多路开关后，再经过A/D转换器进行模数转换并最终被计算机系统收存而完成数据采集过程。

2 术语及定义

2.1 数据采集系统

能测量来自传感器、变送器及其他信号源的输入信号，并能以某种方式对测到的量值进行数据存储、处理、显示、打印或记录的系统。

2.2 信号调理器

对输入信号进行放大、滤波、线性补偿、阻抗匹配等功能性调节后再输出的四端网络的统称。

2.3 通道

输入输出信号的传输路径。

2.4 通道采集速率

数据采集系统在采集数据过程中，某一采集通道在单位时间内采集的可读有效（原始）数据个数称为该通道的通道采集速率。

2.5 循环采集速率

数据采集系统在多通道循环采集方式下执行采集时，全系统所有工作的采集通道在单位时间内采集的可读有效（原始）数据个数。

2.6 单通道采集速率

系统只有一个通道执行采集时的工作方式称为单通道采集。此时的通道采集速率称为单通道采集速率。

2.7 通道间串扰

数据采集系统采集过程中，前一输入通道对其逻辑后继通道的影响。

2.8 动态有效位数

理想的模数转换器在数据采集中只引入与其转换位数相对应的量化误差。在满足采样的条件下，实际的数据采集系统对单频正弦交流信号执行数据采集后，根据采集到的数据求得相应的拟合正弦曲线，将采集数据与该拟合曲线之间的有效值误差归结为动态采集下的量化误差，与此动态量化误差相对应的模数转换的有效位数称为系统的动态有效位数。

2.9 误差限

测量结果偏离真值（约定真值）的程度。

二 技 术 要 求

3 技术要求

3.1 被校数据采集系统的要求

3.1.1 文件资料

由于数据采集系统种类繁多且复杂，所以，被校准的系统应配有原理图纸、使用说明书及相应的软件资料。

3.1.2 项目及指标

送校单位应提供其送校数据采集系统所有要求测量性能的指标，并包括：①输入电阻；②输入通频带；③模数转换位数；④量程；⑤供电源；⑥采集速率；⑦通道数；⑧数据容量；等等。

3.1.3 可靠性、安全性和抗干扰性

送校数据采集系统应能连续 24h 无故障工作。其安全性和绝缘性良好，符合国家有关安全规定。人身感应、摆放位置和方向等对其性能的影响应可忽略不计。

3.1.4 校准通道

数据采集系统校准通道号随机选取。每个校准项目需校准的通道数，若无特别要求，应不少于 4。

不同类型的通道应分别校准。

3.1.5 标志及外观

数据采集系统的铭牌或外壳上应标明系统的名称、生产厂家、型号、编号和出厂日期。

系统外形结构应完好。开关、按键、旋钮等可正常操作，标志清晰明确，外露件不应有松动和机械损伤。

供电电源的标志及电压和频率范围指示明确。

3.2 输入输出连线

校准用输入输出信号线长一般在1~2m，线型采用与实际使用时相同种类，或依说明书规定。其他情况，使用双绞屏蔽线。

3.3 通电检查

外观检查后，按使用说明书通电，对数据采集系统各种功能进行检查，均应正常。

功能性检查完成后，给系统所选定的检查通道加入其量限内的任意非零恒定信号（一般是在通道测量范围上限或下限的50%~90%以内），检查其工作状况，若不能正常采集，则不进行校准，应该予以维修。

三 校 准 条 件

4 校准系统要求

4.1 校准系统

校准系统综合误差不大于被校数据采集系统误差限的1/4。

校准系统应具有良好的屏蔽、接地，周围无任何影响数据采集系统及其校准系统性能的振动、冲击及电磁辐射等。

4.2 标准源

所使用的标准源及标准测量仪器应定期检定，并在检定合格的有效期内。其调节细度、稳定度及纹波系数等引起的最大误差，应不大于被校数据采集系统分辨率的1/4。

4.3 校准用的主要仪器设备也应在检定合格的有效期内使用。

5 预调整

正式校准前，按使用说明书对数据采集系统进行预调整，校准过程中不允许做对数据采集系统性能有影响的调整。

正式校准前，按说明书要求对数据采集系统预热。

6 校准环境条件

温 度： $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$

相对湿度：40%~70% RH

校准过程中温度变化的允许范围及允许速度，以其温度附加误差不超过基本误差限的1/8为限。其他校准环境条件，以不影响数据采集系统的正常工作为限。

7 特殊条件

如果数据采集系统使用说明书中有特殊的使用条件要求，按特殊情况处理。

四 校准项目和校准方法

8 采集速率

8.1 原理简述

8.1.1 单通道采集速率校准原理

连线如图 2 所示, 信号源是标准周期信号源。将标准周期信号源接通系统的一个通道。信号频率 f 取为:

$$(v_{id}/3) \geq f \geq (2v_{id}/n) \quad (1)$$

式中: v_{id} ——被测系统的单通道最高采集速率标称值;

n ——被测数据采集系统每通道采集数据个数。

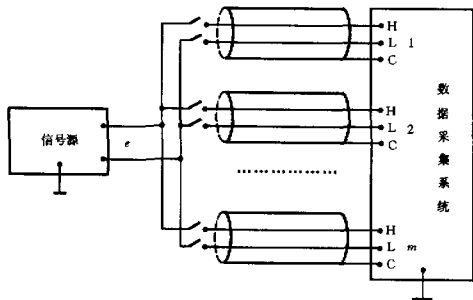


图 2 校准数据采集系统的接线图

对采集数据进行分析, 统计出 N 个信号周期内采集数据个数 n_N , 按公式 (2) 计算出系统通道实际最高采集速率 v_d :

$$v_d = f \times n_N / N \quad (2)$$

8.1.2 循环采集速率校准原理

本校准方法规定用于同类型的输入通道的集合, 若系统中包含不同类型的输入通道, 则须分别校准。

接线如图 2 所示, 信号源是标准周期信号源。在同类通道中任选 m 个通道作为工作通道, 这 m 个通道中的各个通道, 在每一个通道扫描周期中仅被选通一次。 m 满足公式 (3) 的要求:

$$m \geq \frac{\text{额定系统最高循环采集速率}}{\text{额定最高单通道采集速率}} \quad (3)$$

在 m 个通道中任选一个通道接到标准周期信号源上, 其他通道输入短接。信号频率 f 满足公式 (4) 的要求:

$$\frac{v_{ix}}{3 \cdot m} \geq f \geq \frac{2v_{ix}}{n \cdot m} \quad (4)$$

式中: v_{ix} ——被校准系统的最高循环采集速率标称值;

n ——被校准数据采集系统每通道采集数据个数。

对采集数据进行分析, 统计出 N 个信号周期内采集数据个数 n_N , 按公式 (5) 计算出系统实际最高循环采集速率 v_x :

$$v_x = m \cdot f \cdot n_N / N \quad (5)$$

若 m 个通道中, 某一个(或多个)通道在一个通道扫描周期中被选通不止一次, 则可参照公式 (5) 各参数的物理意义, 用一个适当的值取代 m 值后, 计算出系统实际最高循环采集速率 v_x ;

8.2 单通道最高采集速率的校准程序

8.2.1 连线如图 2 所示, 信号源是标准周期信号源。选择一个测量通道接到信号源上。

8.2.2 置系统为单通道最高采集速率状态。

8.2.3 选择通道采集数据个数 n (≥ 1000)。

8.2.4 设置系统通道量程。

8.2.5 选择信号源信号峰峰值(一般为对应通道量程的 50%~100%), 按公式 (1) 选择信号频率。

8.2.6 加载信号, 启动采集, 记录采集数据。

8.2.7 按公式 (2) 计算出单通道最高采集速率 v_{dc} 。

8.2.8 对于具有不同最高采集速率的量程, 均应分别进行校准。

8.3 系统最高循环采集速率的校准程序

8.3.1 接线如图 2 所示, 信号源是标准周期信号源。在同类通道中任选 m 个通道作为工作通道, m 满足公式 (3) 的要求。在 m 个通道中任选一个通道接到标准周期信号源上, 其他通道输入短接。

8.3.2 置系统为最高循环采集速率状态。

8.3.3 选择每个通道采集数据个数 n (≥ 1000)。

8.3.4 设置各通道的量程。

8.3.5 调节信号的峰峰值(一般为对应通道量程的 50%~100%)。按公式 (4) 选择信号频率 f 。

8.3.6 加载信号, 启动采集。记录采集数据。

8.3.7 按公式 (5) 计算出系统最高循环采集速率 v_x 。

8.3.8 对于具有不同循环采集速率的量程, 应分别进行校准。

9 线性度

9.1 原理简述

9.1.1 信号点的选择

如图 3 所示, 在测量范围 (E_L , E_H) 内选择 11 个校准信号点 E_i ($i=1, 2, \dots, 11$)

$$E_1 = E_L + E_r \times 1.25\% \quad (6)$$

$$E_i = E_L + E_r \times (i-1) \times 10\% \quad (7)$$

$$(i=2, 3, \dots, 10)$$

$$E_{11} = E_L + E_r \times 98.75\% \quad (8)$$

$$E_r = E_H - E_L \quad (9)$$

式中： E_L ——通道的测量范围下限；
 E_H ——通道的测量范围上限；
 E_r ——通道的量程。

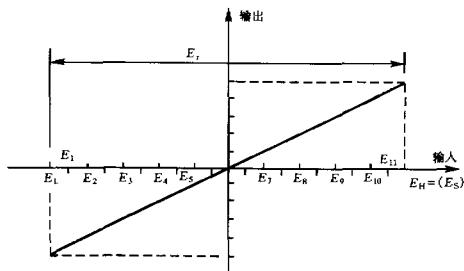


图3 数据采集系统输入输出特性

9.1.2 线性度按端基直线法计算如下：

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij} \quad (10)$$

$$(i = 1, 2, \dots, 11; j = 1, \dots, n)$$

$$k = \frac{\bar{x}_{11} - \bar{x}_1}{E_{11} - E_1} \quad (11)$$

$$b = \frac{E_{11} \cdot \bar{x}_1 - E_1 \cdot \bar{x}_{11}}{E_{11} - E_1} \quad (12)$$

$$\Delta \bar{x}_i = \bar{x}_i - (k \times E_i + b) \quad (13)$$

$$\text{线性度 } L = \frac{\max(|\Delta \bar{x}_i|, i = 2, \dots, 10)}{E_r} \times 100\% \quad (14)$$

式中： x_{ij} ——第 i 个信号点 E_i 上折合到通道输入端的第 j 个测量数据 ($i = 1, \dots, 11$;
 $j = 1, \dots, n$);

n ——每一通道在第 i 个信号点 E_i 上的采集数据个数 ($n \geq 100$);

k ——端基直线的斜率;

b ——端基直线的截距;

\bar{x}_i ——第 i 个信号点 E_i 上测量 n 次的平均值;

$\Delta \bar{x}_i$ ——第 i 个信号点 E_i 上测量 n 次的平均值与端基直线回归值的误差。

9.2 校准程序

9.2.1 接线如图2所示，信号源是直流标准信号源。选定测量通道。对每一通道执行步骤9.2.2~9.2.7。

9.2.2 设置单通道(或循环)采集方式及相应最高采集速率状态。

9.2.3 设置在信号点 E_i 上的采集数据个数 n (≥ 100)

9.2.4 置测量通道的量程。

9.2.5 给系统顺序输入符合公式(6)~(8)的信号 E_i ($i = 1, \dots, 11$)，启动采集，记

录折合到通道输入端的采集数据 x_{ij} ($j=1, \dots, n$)。

9.2.6 按公式 (10) ~ (14) 计算出系统通道的线性度 L 。

9.2.7 变换量程, 重复执行 9.2.4~9.2.6, 直到所有量程校准完毕。

10 误差限

10.1 原理简述

10.1.1 被测通道在信号 E 值处的误差限 A 按下列公式计算:

$$A = \pm \frac{|\bar{x} - E| + 2\sigma}{E_T} \times 100\% \quad (15)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (16)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (17)$$

$$\Delta \bar{x} = \bar{x} - E \quad (18)$$

式中: x_i ——折合到通道输入端的采集数据值 ($i=1, \dots, n$);

\bar{x} ——折合到通道输入端的采集数据平均值;

n ——每个通道的采集数据个数;

E ——系统输入标准信号的幅度;

$\Delta \bar{x}$ ——通道的系统误差;

σ ——采集数据的标准差。

10.1.2 按式 (6) ~ (8) 选择 11 个校准点, 按式 (15) 分别求出不同的误差限值。以其中的最大值作为通道误差限的实测值。

10.2 单通道采集时系统误差限的校准程序

10.2.1 接线如图 2 所示, 信号源是直流标准信号源。

10.2.2 选定被测量的通道和量程, 置系统为单通道最高采集速率状态。

10.2.3 置通道采集数据个数 n (≥ 100)。

10.2.4 按 10.1.2 中规定顺序选择信号幅度 E , 加载信号, 启动采集。记录折合到通道输入端的采集数据 x_i ($i=1, \dots, n$)。按公式 (15) 计算出 E 值处的误差限 A 。

10.2.5 从 11 个计算出的 A 值中, 选取最大值作为通道误差限的校准结果。

10.2.6 变换量程, 重复执行 10.2.4~10.2.5, 直到所有量程校准完毕。

10.3 循环采集时系统误差限的校准程序

10.3.1 在同类通道中任选出 m 个通道作为工作通道, m 满足公式 (3) 的要求。

接线如图 4 所示。在数据采集系统 m 个工作通道中, 每次任选采集顺序上连续的 6 个采集通道 $w, w+1, \dots, w+5$ (不足 6 个通道的系统, 选全部通道) 作测量通道, 其余 $m-6$ 个通道输入短接。

10.3.2 设定系统为最高循环采集速率状态。

10.3.3 设置每个通道采集数据个数 n (≥ 100)。

10.3.4 设置 $w+1$ 、 $w+3$ 和 $w+5$ 通道的量程。

10.3.5 按 10.1.2 中规定调置信号幅度为 E 。加载信号, 启动采集。记录折合到通道输入端的 (只需记录 $w+1$ 、 $w+3$ 和 $w+5$ 三个通道的) 采集数据 x_i ($i=1, \dots, n$)。

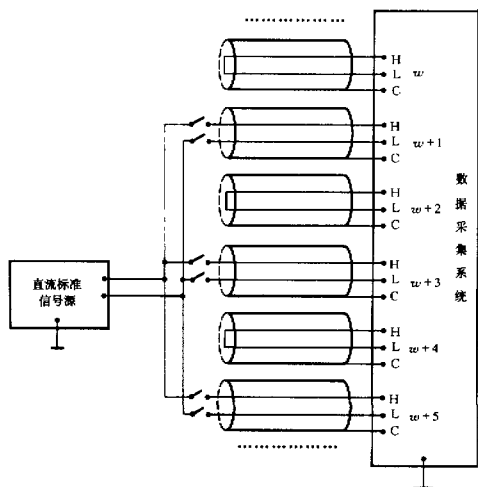


图4 校准循环采集方式误差限的接线图

10.3.6 按公式 (15) 计算出通道 $w+1$ 、 $w+3$ 和 $w+5$ 在 E 值处的误差限 A 。

10.3.7 从每通道 11 个计算出的 A 值中, 选取最大值作为该通道误差限的校准结果。

10.3.8 变换量程, 重复执行 10.3.4~10.3.7, 直到所有量程校准完毕。

11 时间漂移

11.1 原理简述

接线如图 5 所示。其中 R_0 为模拟信号源内阻的不平衡电阻, 有特殊规定的系统, 按规定执行, 无特别要求时, 取 $1k\Omega$ 。

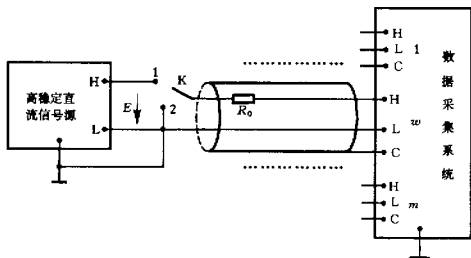


图5 校准时间漂移的接线图

将稳定性校准时间 t (一般为 8h) 分为 L ($L \geq 3$) 个检测时间点。每一次检测时, 各

通道对每个输入值均采集 n (≥ 100) 次。在此期间, 温度变化的允许范围及允许速度, 以其温度附加误差不得超过基本误差的 $1/8$ 为限。

第 j ($j=0, 1, \dots, L-1$) 次检测时, 先将接点 K 接 2, 通道只接入不平衡电阻 R_0 , 启动采集, 得一组采集数据 X_{jRi} ($i=1, \dots, n$); 然后, 再将接点 K 接 1, 通道接入一个近测量范围上限或下限的信号 E , 启动采集, 得一组采集数据为 X_{jEi} ($i=1, \dots, n$)。

$j=0$ 时, 零点初始值 \bar{X}_{0R} 和增益初始值 $G_{(0)}$ 可计算如下:

$$\bar{X}_{0R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{0Ri} \quad (19)$$

$$\bar{X}_{0E} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{0Ei} \quad (20)$$

$$G_{(0)} = \frac{\bar{X}_{0E} - \bar{X}_{0R}}{E} \quad (21)$$

$j \neq 0$ 时, 第 j 个校准时间点上:

零点时间漂移:

$$\Delta X_{(j)} = \bar{X}_{jR} - \bar{X}_{0R} \quad (22)$$

增益时间漂移:

$$\Delta G_{(j)} = \frac{\bar{X}_{jE} - \bar{X}_{jR}}{E} - G_{(0)} \quad (23)$$

$$\bar{X}_{jR} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{jRi} \quad (24)$$

$$\bar{X}_{jE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{jEi} \quad (25)$$

L 个校准时间点全部测量完后, 计算出:

零点时间漂移特性参数, t 的单位是 h:

$$Z_S = \max(\Delta X_{(j)} / t \mid j=1, \dots, L-1) \quad (26)$$

增益时间漂移特性参数, t 的单位是 h:

$$G_S = \max\left(\left|\frac{\Delta G_{(j)}}{t G_{(0)}}\right| \mid j=1, \dots, L-1\right) \quad (27)$$

11.2 校准程序

11.2.1 接线如图 5 所示, 设定测量通道, 将高稳定直流信号源接入被校数据采集系统。

11.2.2 设置采集方式 (单通道或循环) 及系统最高采集速率状态。

11.2.3 设置每通道采集数据个数 n (≥ 100), 并选置量程。

11.2.4 设定信号幅度 E (为测量范围上限或下限的 93.75%~97.5%, 推荐值: 97.5%)。

11.2.5 接点 K 接 2, 将通道只接入 R_0 电阻, 启动采集, 记录采集数据 X_{0Ri} ($i=1, \dots, n$)。

11.2.6 接点 K 接 1, 将通道接入信号 E , 启动采集, 记录采集数据 X_{0Ei} ($i=1, \dots, n$)。按公式 (19) 和 (21) 计算零点初始值和增益初始值。

11.2.7 等待, 在下一个校准时间点上继续进行下面的测量。

11.2.8 接点 K 接 2, 将通道只接入 R_0 电阻, 启动采集, 记录采集数据 X_{jRi} ($i=1, \dots, n$)。

11.2.9 接点 K 接 1, 将通道接入信号 E, 启动采集, 记录采集数据 X_{jEi} ($i = 1, \dots, n$)。按公式 (22) 和 (23) 计算本时间点上的零点时间漂移和增益时间漂移。

11.2.10 重复执行 11.2.7~11.2.9 的过程, 直至所有的校准时间点测定完毕。

11.2.11 按公式 (26) 和 (27) 计算出零点时间漂移特性参数和增益时间漂移特性参数。

12 通道间串扰

12.1 接线如图 6 所示, 选择采集顺序上连续的 2 个以上通道 $w, w+1, \dots$ 作为测量通道。通道 w 接到标准直流信号源上, $w+1, \dots$ 等通道接入电阻 R_0 。

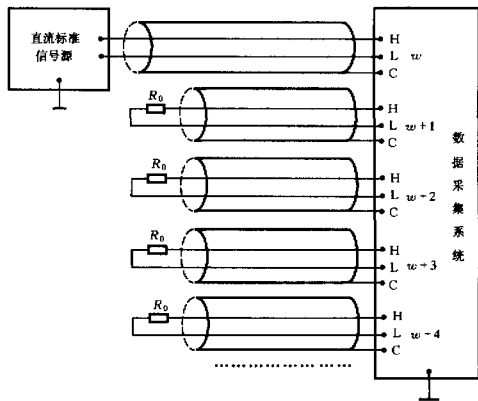


图 6 校准通道间串扰的接线图

图中 R_0 为模拟信号源内阻的不平衡电阻, 有特殊规定的系统, 按规定执行。无特别要求时, 取 $1k\Omega$ 。

12.2 通道 w 选取最大量程。

12.3 通道 $w+1$ 等均选最小量程。

12.4 置系统通道为最高循环采集速率状态, 置每一通道采集数据个数 n (≥ 100)。

12.5 调整信号源, 使通道 w 的输入信号 E 为零 ($E = 0$)。启动采集, 得折合到通道 j ($j = w+1, \dots$) 输入端的通道采集数据 X_{j0} ($i = 1, \dots, n$), 按下式计算出通道 j 的平均零点 \bar{x}_{j0} :

$$\bar{x}_{j0} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ji0} \quad (28)$$

$$(j = w+1, \dots)$$

12.6 调节信号源, 使信号 E 为对应通道 w 的测量范围上限或下限 ($E = E_S$)。启动采集, 得折合到通道 j 输入端的通道采集数据 x_{jm} ($i = 1, \dots, n$), 按下式计算出通道 j 对通道 w 的串扰抑制比:

$$SCRR_j = 20 \cdot \lg \left| \frac{E}{x_{jm} - x_{j0}} \right| \quad (29)$$

$$\begin{aligned} & (j = w + 1, \dots) \\ \bar{x}_{jm} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{jim} \\ & (j = w + 1, \dots) \end{aligned} \quad (30)$$

12.7 系统的通道间串扰抑制比由 $SCRR_{w+1}$ 给出。

五 校准结果的处理和校准时间间隔

- 13 校准结果未特别注明者，一般指系统测量范围内的计量性能。
- 14 经校准的数据采集系统，发给校准证书或校准报告。不作被校系统是否合格的结论。
- 15 校准证书上的数据应该比被校系统规定的误差多取一位。
- 16 校准结果的读取按四舍五入的偶数法则。
- 17 正文中所列的校准项目为必校项目，是执行本规范的最低要求。在首次使用前，除必校项目外，还应进行包括附录 1 中全部选校项目的校准。对于修理后的数据采集系统，只需对正文中的所有必校项目和可能受影响的选校项目进行校准。
- 18 最大校准时间间隔定为 1 年。根据实际使用情况可以适当延长或缩短。

附录 1

数据采集系统的选校项目和校准方法

1 输入电阻

1.1 校准输入电阻的原理简述

如图 7，将一标准直流电压信号 E 通过标准电阻 R 加载到数据采集系统被测通道。当 $E = E_1$ 时，由数据采集系统获得折合到其通道输入端的采集值 U_1 ，当 $E = E_2$ 时，由数据采集系统获得折合到通道输入端的采集值 U_2 ，则有通道输入电阻 R_i ：

$$R_i = \frac{(U_2 - U_1) \cdot R}{E_2 - E_1 - U_2 + U_1} \quad (1)$$

1.2 输入电阻校准程序

- 1.2.1 选择标准电阻 R 为与数据采集系统输入电阻标称量值相当的值（一般取为 $10^5 \sim 10^7 \Omega$ ）。
- 1.2.2 连线如图 7 所示，选择一个测量通道通过标准电阻 R 接到直流电压信号源上。
- 1.2.3 置系统为单通道采集方式及系统最高采集速率状态。
- 1.2.4 选择通道采集数据个数 n (≥ 100)。
- 1.2.5 设置系统通道量程。
- 1.2.6 设置信号源信号幅度 $E = E_1$ 。加载信号，启动采集，记录折合到通道输入端的采集数据 x_{1j} ($j = 1, \dots, n$)，并计算：

$$\bar{U}_1 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{1j}$$

- 1.2.7 将信号幅度调置为 $E = E_2$ ，加载信号，启动采集，记录折合到通道输入端的采集数据 x_{2j} ($j = 1, \dots, n$)。并计算：

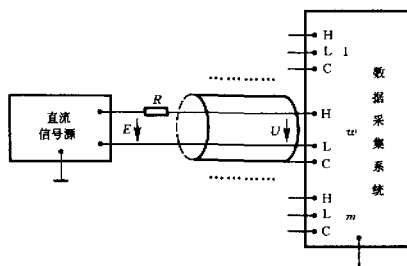


图7 校准输入电阻的接线图

$$\bar{U}_2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{2j}$$

1.2.8 按公式(1)计算出通道输入电阻 R_i 。

1.2.9 对于不同的量程,应分别进行校准。

2 输入通频带

2.1 信号频率、采集速率及数据个数的选取

当需要输入交流信号时,为保证在有限个采集数据个数内获得最多的采集信息,应符合下列要求:

$$p = (f \text{ 与 } v_s \text{ 的最大公约数}) \quad (2)$$

$$n \leq v_s/p \quad (3)$$

$$1 \leq N \leq f/p \quad (4)$$

式中: f ——输入周期信号的频率;

v_s ——通道采集速率;

n ——通道采集数据个数;

N ——通道采集的信号整周期个数。

实际校准中,推荐简单取值:

$$f = 0.00975 v_s \quad (5)$$

2.2 原理简述

给通道加载一个峰峰值 $2E_a$ 在通道量程 50% ~ 100% 之间的单频正弦波信号 $E_a \sin(2\pi ft + \theta)$, 其频率 f 取通道频带中部的某一个频率点 f_m 。为使每个采集数据均能带来新的信息, f_m 取值应符合公式(2) ~ (4)。采集数据个数 n 应足够多(一般 $n \geq 1000$), 使得通过它可对输入正弦波进行可靠拟合。按最小二乘法(或其他方法)对采集数据进行拟合, 获得其幅度的测量值 U_m , 由此得到一个参照幅度比 $g_m = U_m/E_a$ 。变化单频正弦波信号的频率 f 后, 可获得新的幅度比 g_L 。

寻找出使得 $g_L/g_m = 0.707$ 的上限信号频率 f_H 和下限信号频率 f_L 。对于可测直流信号的数据采集系统, 其下限频率为 $f_L = 0$ 。通道的输入通频带 B 按下式计算:

$$B = f_H - f_L \quad (6)$$

也可以在指标给定的满足式 (6) 的 f_H 和 f_L 二频率点上分别测量, 若其幅值比:

$$g_H/g_m \geq 0.707$$

$$g_L/g_m \geq 0.707$$

则认为通道的输入通频带 B 满足指标要求。

2.3 方法一 (波形拟合法——标准方法) 校准程序

2.3.1 连线如图 8 所示, 信号源为正弦交流标准源。选择一个测量通道接到交流信号源上。

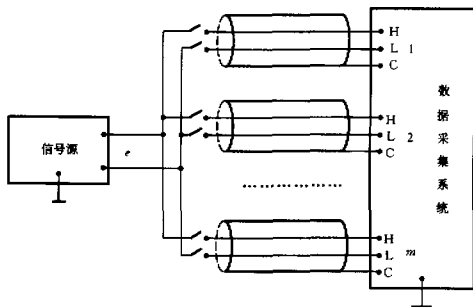


图 8 校准数据采集系统的接线图

2.3.2 置系统为单通道采集方式及通道最高采集速率状态。

2.3.3 设置系统通道量程。

2.3.4 选择通道采集数据个数 n (≥ 1000)。

2.3.5 选择信号源信号峰峰值 $2E_a$ (一般为对应通道量程的 50% ~ 100%)。选择信号频率 f 为通道输入频带中部的一个频率点 f_m 上, 其取值满足式 (2) ~ (4)。

2.3.6 加载信号, 启动采集, 记录采集数据 x_{0i} ($i=1, \dots, n$)。

2.3.7 按最小二乘法对采集数据进行正弦波拟合, 求出测得的正弦信号幅度 U_m 。计算出参照幅度比 $g_m = U_m/E_a$ 。

2.3.8 以 f_m 为参考点, 增加信号频率 f (其取值满足式 (2) ~ (4))。其他均不变。加载信号, 启动采集, 记录采集数据 x_{Hi} ($i=1, \dots, n$)。按最小二乘法对采集数据进行正弦波拟合, 求出测得的正弦信号幅度 U_H 。计算出新的幅度比 $g_H = U_H/E_a$ 。寻找出使得 $g_H/g_m = 0.707$ 的频率 f_H 即为通道上限频率。

2.3.9 若数据采集系统可采集直流信号, 则其输入通道频率下限为 $f_L = 0$ 。

以 f_m 为参考点, 降低信号频率 f (其取值满足式 (2) ~ (4))。其他均不变。加载信号, 启动采集, 记录采集数据 x_{Li} ($i=1, \dots, n$)。按最小二乘法对采集数据进行正弦波拟合, 求出测得的正弦信号幅度 U_L 。计算出新的幅度比 $g_L = U_L/E_a$ 。寻找出使得 $g_L/g_m = 0.707$ 的频率 f_L 即为通道下限频率。

2.3.10 按公式 (6) 计算出通道输入通频带 B 。

2.3.11 对于不同量程, 应分别进行校准。

2.4 方法二 (平均值法) 校准程序

2.4.1 连线如图 8 所示, 信号源为正弦交流标准源。选择一个测量通道接到交流信号源上。

2.4.2 置系统为单通道采集方式及通道最高采集速率状态。

2.4.3 设置系统通道量程。

2.4.4 选择信号源信号峰峰值 $2E_a$ (一般为对应通道量程的 50% ~ 100%)。选择信号频率为通道输入频带中部的一个频率点 f_m 上, 其取值满足式 (2) ~ (4)。按式 (3) 及下式选择通道采集数据个数 n :

$$n = \frac{v \cdot M}{f} (\geq 100) \quad (7)$$

式中: M ——保障 $n \geq 100$ 及通道采集一个以上的共模信号整周期而选择的正整数 ($M=2, 3, \dots$);

f ——交流信号频率;

v ——通道采集速率。

加载信号, 启动采集, 记录通道采集数据 x_{oi} ($i=1, \dots, n$)。

2.4.5 选择信号源信号幅度为 0, 加载信号, 启动采集, 记录通道采集数据 x_{oi} ($i=1, \dots, n$)。

2.4.6 按下式计算出 \bar{U}_0 , \bar{U}_a 及 \bar{U}_m 。计算出参照幅度比 $g_m = U_m/E_a$ 。

$$\bar{U}_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{oi} \quad (8)$$

$$\bar{U}_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_{oi} - \bar{U}_0| \quad (9)$$

$$U_m = \frac{\pi \cdot \bar{U}_a}{2} \quad (10)$$

2.4.7 以 f_m 为参考点, 增加信号频率 f (其取值满足式 (2) ~ (4)), 按式 (7) 及 (3) 选择通道采集数据个数 n 。其他均不变。加载信号, 启动采集, 记录通道采集数据 x_{Hi} ($i=1, \dots, n$)。计算 U_H :

$$\bar{U}_H = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_{Hi} - \bar{U}_0| \quad (11)$$

$$U_H = \frac{\pi \cdot \bar{U}_H}{2} \quad (12)$$

由此计算出新的幅度比 $g_H = U_H/E_a$ 。寻找出使得 $g_H/g_m = 0.707$ 的频率 f_H 即为通道上限频率。

2.4.8 若数据采集系统可采集直流信号, 则其输入通道频率下限为 $f_L = 0$ 。

若数据采集系统不能测量直流信号, 则:

以 f_m 为参考点, 降低信号频率 f (其取值满足式 (2) ~ (4)), 按式 (7) 及 (3) 选择通道采集数据个数 n 。其他均不变。加载信号, 启动采集, 记录采集数据。得通道采集数据 x_{Li} ($i=1, \dots, n$)。计算 U_L :

$$\bar{U}_L = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_{Li} - \bar{U}_0| \quad (13)$$

$$U_L = \frac{\pi \cdot \bar{U}_L}{2} \quad (14)$$

由此计算出新的幅度比 $g_L = U_L/E_a$ 。寻找出使得 $g_L/g_m = 0.707$ 的频率 f_L 即为通道下限频率。

2.4.9 按公式(6)计算出通道输入通频带 B 。

2.4.10 对于不同量程、应分别进行校准。

3 动态有效位数

本项校准适用于对称双极性输入电路结构的通道。对不能直接接入正弦交流信号的单极性输入电路结构的通道,以及上下两个量程不对称的双极性输入电路结构的通道,可加载偏置正弦交流信号执行校准。

该项校准一般仅在基本量程下进行,相同类型的通道选取部分或全部通道执行校准。不同类型的通道,要分别校准。

3.1 信号源的选择

3.1.1 信号源的误差限

据一般计量标准要求,标准器的误差为被测仪器误差指标的 $1/4 \sim 1/10$ 。

3.1.2 信号频率及幅度值的选择

本项测量选取的输入信号频率,即低失真正弦信号发生器的输出频率,应符合式(2)~(4),它与通道采集速率的关系应满足采样定理。一般按式(5)选取。

正弦输入信号峰值:

$$E_p = E_r/2 \quad (15)$$

正弦输入信号:

$$e = E_p \sin(2\pi ft + \Phi) \quad (16)$$

式中: E_r ——采集通道量程(参见正文图3)。

3.2 校准程序

3.2.1 接线如图8所示,信号源为低失真正弦交流标准源。选定测量通道。

3.2.2 设置采集方式(单通道或循环)及系统最高采集速率状态。

3.2.3 设置每通道采集数据个数 n (≥ 1000),并设置量程。

3.2.4 按式(2)~(4)及(15)、(16)选取低失真正弦信号的频率及幅度,加载信号,启动采集,记录折合到通道输入端的(2个以上信号周期的)采集数据 x_i ($i=1, \dots, n$)。

3.2.5 按最小二乘法找出最佳拟合正弦信号:

$$a(t) = E \sin(2\pi ft + \theta) + d \quad (17)$$

式中: $a(t)$ ——拟合信号的瞬时值;

E ——拟合正弦信号的幅度;

f ——拟合正弦信号的频率值, Hz;

θ ——拟合正弦信号的初相位, rad;

d ——拟合信号的直流分量值。

按下式计算实际有效值误差 ρ_r :

$$\rho_r = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - E \sin(2\pi ft_i + \theta) - d)^2} \quad (18)$$

式中: n ——每通道采集数据个数;

t_i ——第 i 个测量点的时刻 ($i=1, \dots, n$), s;

x_i —— t_i 时刻折合到通道输入端的采集数据 ($i=1, \dots, n$)。

被测数据采集系统的理想有效值误差 ρ_i 由下式计算:

$$\rho_i = 0.289E_r/2^b \quad (19)$$

式中： b 为被测数据采集系统的模数转换器位数。

从 ρ_r 和 ρ_i 可以按下列公式 (20) 和 (21) 计算被测系统的动态有效位数 EB 和信噪比 SNR，单位为 dB：

$$EB = b - \log_2(\rho_r/\rho_i) \quad (20)$$

$$SNR = 6.02 \cdot EB + 1.76 \quad (21)$$

4 共模抑制比

本项校准只适用于能接入共模电压信号的数据采集系统通道，对于不能接入共模电压的通道，不能用本方法校准。

该项校准仅在最小量程下进行，相同类型的通道选择部分或全部进行校准。不同类型的通道，要分别校准。

4.1 原理简述

接线如图 9 所示，共模电压源误差限优于 5%， R_0 为模拟信号源内阻的不平衡电阻，有特殊规定的系统，按规定执行，无特别要求时，取 $1k\Omega$ 。 R 为限流电阻：

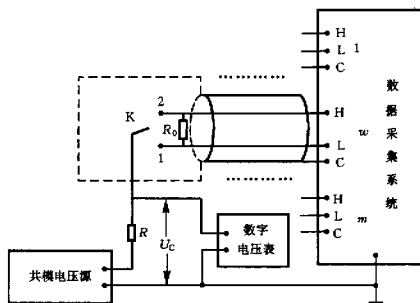


图 9 校准共模抑制比的接线图

当额定最高共模电压 $U_{Cmax} \leq 100V$ 时， $R = 10k\Omega$ 。

当额定最高共模电压 $U_{Cmax} > 100V$ 时：

$$\{R\}_\Omega = 100 \cdot \{\bar{U}_{Cmax}\}_V$$

接点 K 接 1 (或 2) 状态，调置共模电压源，使得：

共模电压信号 $U_C = 0$ 时，启动采集，获得折合到通道输入端的通道采集数据 x_{0i} ($i = 1, \dots, n$)。并计算：

$$\bar{x}_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{0i} \quad (22)$$

共模电压信号 $U_C = U_{Cm}$ 时，启动采集，获得折合到通道输入端的通道采集数据 x_{mi} ($i = 1, \dots, n$)。并计算：

$$\bar{x}_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{mi} \quad (23)$$

通道的直流共模抑制比:

$$CMRR_d = 20 \cdot \left| \lg \frac{U_{Cm}}{|x_m - x_0|} \right| \quad (24)$$

当共模电压信号 $U_C = \frac{1}{2} U_{CPP} \sin(2\pi ft + \Phi)$ 时, 启动采集, 获得折合到通道输入端的通道采集数据 x_{pi} ($i=1, \dots, n$), 并计算:

$$\bar{x}_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{pi} - \bar{x}_0 \quad (25)$$

其中, 每个通道采集数据个数 n 取值符合式 (7)。

通道的交流共模抑制比:

$$CMRR_a = 20 \cdot \left| \lg \frac{U_{CPP}}{\pi \cdot x_p} \right| \quad (26)$$

式中: U_{Cm} ——可使通道输出产生明显变化的直流共模电压 ($U_{Cm} \leq$ 系统最高共模电压 U_{Cmax});

U_{CPP} ——通道交流共模电压峰值;

f ——交流共模电压频率 (一般 $f=50\text{Hz}$, 如有特殊要求, 亦可为其他值)。

4.2 直流共模抑制比较程序

4.2.1 接线如图 9 所示。共模电压源为直流输出。

4.2.2 设定测量通道, 置采集方式 (单通道或循环) 及相应的系统最高采集速率状态, 选择每通道采集数据个数 n (≥ 100)。

4.2.3 设置通道量程, 选择共模电压信号 U_C 值。

4.2.4 接点 K 接 1, 调节共模电压源, 使共模电压信号 $U_C=0$, 启动采集, 记录折合到通道输入端的采集数据 x_{0i} ($i=1, \dots, n$)。

启动采集, 将共模电压信号 U_C 幅度由小到大缓慢调节 (但不可超过最大允许共模电压 U_{Cmax}), 实时判别采集数据 x_{mi} , 直到

$$|x_{mi} - \bar{x}_0| \geq A \cdot E_r \text{ 或者 } U_C = U_{Cmax}$$

时, 停止调节信号, 采集并记录 U_{Cm} 及折合到通道输入端的采集数据 x_{mi} ($i=1, \dots, n$)。其中, A 为系统通道误差限, E_r 为系统通道量程。

用公式 (22) ~ (24) 计算出直流共模抑制比 $CMRR_{d1}$ 。

4.2.5 接点 K 接 2, 调节共模电压源, 使共模电压信号 $U_C=0$, 启动采集, 记录折合到通道输入端的采集数据 x_{0i} ($i=1, \dots, n$)。

启动采集, 将共模电压信号 U_C 幅度由小到大缓慢调节 (但不可超过最大允许共模电压 U_{Cmax}), 实时判别采集数据 x_{mi} , 直到

$$|x_{mi} - \bar{x}_0| \geq A \cdot E_r \text{ 或者 } U_C = U_{Cmax}$$

时, 停止调节信号, 采集并记录 U_{Cm} 及折合到通道输入端的采集数据 x_{mi} ($i=1, \dots, n$)。

用公式 (22) ~ (24) 计算出直流共模抑制比 $CMRR_{d2}$ 。

4.2.6 通道在该量程下的直流共模抑制比:

$$CMRR_d = \min[CMRR_{d1}, CMRR_{d2}] \quad (27)$$

4.3 交流共模抑制比较准程序

4.3.1 接线如图 9 所示, 共模电压源为交流输出。

4.3.2 设定测量通道, 置采集方式 (单通道或循环) 及相应的系统最高采集速率状态。

4.3.3 设置通道量程, 选择共模电压信号 U_C 值。

4.3.4 选取信号频率 $f=50\text{Hz}$ (或其他特定值) 按式 (7) 选取每通道采集数据个数 n (≥ 100)。接点 K 接 1, 调置共模电压源, 在共模电压信号 $U_C=0$ 时, 启动采集, 记录折合成到通道输入端的采集数据 x_{0i} ($i=1, \dots, n$)。

将共模电压信号 $U_C = \frac{1}{2} U_{\text{CPP}} \sin(2\pi ft + \Phi)$ 接入通道中, 并将 U_C 的峰峰值 U_{CPP} 由小到缓慢调节 (但不可超过最大允许共模电压 U_{Cmax}), 实时判别采集数据 \bar{x}_p , 直到

$$1.57 \cdot \bar{x}_p \geq A \cdot E_r \text{ 或者 } U_{\text{CPP}} = U_{\text{Cmax}}$$

时, 停止调节信号, 采集并记录折合成到通道输入端的采集数据 x_{pi} ($i=1, \dots, n$)。

用公式 (25) ~ (26) 计算出交流共模抑制比 $CMRR_{a1c}$ 。

4.3.5 接点 K 接 2, 调置共模电压源, 在共模电压信号 $U_C=0$ 时, 启动采集, 记录折合成到通道输入端的采集数据 x_{0i} ($i=1, \dots, n$)。

将共模电压信号 $U_C = \frac{1}{2} U_{\text{CPP}} \sin(2\pi ft + \Phi)$ 接入通道中, 并将 U_C 的峰峰值 U_{CPP} 由小到缓慢调节 (但不可超过最大允许共模电压 U_{Cmax}), 实时判别采集数据 \bar{x}_p 直到

$$1.57 \cdot \bar{x}_p \geq A \cdot E_r \text{ 或者 } U_{\text{CPP}} = U_{\text{Cmax}}$$

时, 停止调节信号, 采集并记录折合成到通道输入端的采集数据 x_{pi} ($i=1, \dots, n$)。

用公式 (25) ~ (26) 计算出交流共模抑制比 $CMRR_{a2c}$ 。

4.3.6 通道在该量程下的交流共模抑制比:

$$CMRR_n = \min[CMRR_{a1}, CMRR_{a2}] \quad (28)$$

5 串模抑制特性

本项校准只在数据采集系统对某一个 (或几个) 频率点附近的信号 (一般为供电源电网的工作频率 50Hz) 有特殊抑制要求时, 才予以执行。其他情况下, 不进行本项校准。

5.1 原理简述

接线如图 8 所示, 信号源为正弦交流标准源。调置信号源, 使得输入信号 e 在:

$e = E_a \sin(2\pi ft + \Phi)$ 时, 启动采集, 获得折合成到通道输入端的通道采集数据 x_{ai} ($i=1, \dots, n$)。通道数据个数 n 应满足式 (7) 条件。

$e=0$ 时, 启动采集, 获得折合成到通道输入端的通道采集数据 x_{0i} ($i=1, \dots, n$)。并计算:

$$\bar{x}_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{0i} \quad (29)$$

$$\bar{x}_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_{ai} - \bar{x}_0| \quad (30)$$

通道的交流串模抑制比:

$$NMRR = 20 \cdot \lg \left| \frac{2 \cdot E_a}{\pi \cdot \bar{x}_a} \right| \quad (31)$$

式中： n ——每个通道采集数据个数；

E_a ——通道输入的交流信号峰值。

5.2 校准程序

5.2.1 接线如图 8 所示，信号源为正弦交流标准源。选取信号频率 f 。

5.2.2 设定测量通道，置采集方式（单通道或循环）及相应的系统最高采集速率状态（使通道采集速率与信号频率满足式（2）~（4），按公式（7）选每通道采集数据个数 n （ ≥ 100 ）。

5.2.3 设置通道量程，选择输入信号 e 值。

5.2.4 调整标准信号源，在输入信号 $e=0$ 时，启动采集，记录折合到通道输入端的采集数据 x_{0i} （ $i=1, \dots, n$ ）。

一般选择 $2E_a$ 为通道量程 E_T 的 93.75%~97.5% 作校准测量点（推荐 97.5% E_T ）。将输入信号 $e = E_a \sin(2\pi ft + \Phi)$ 接入通道中，启动采集，并记录折合到通道输入端的采集数据 x_{ai} （ $i=1, \dots, n$ ）。

5.2.5 用公式（31）计算出通道在该量程下的串模抑制比 $NMRR$ 。

5.2.6 变换量程，重复执行 5.2.3~5.2.5 的过程，直至所有量程校准完毕。

6 温度漂移特性

6.1 原理简述

接线如图 10 所示。其中 R_0 为模拟信号源内阻的不平衡电阻，有特殊规定的系统，按规定执行。无特别要求时，取 $1k\Omega$ 。

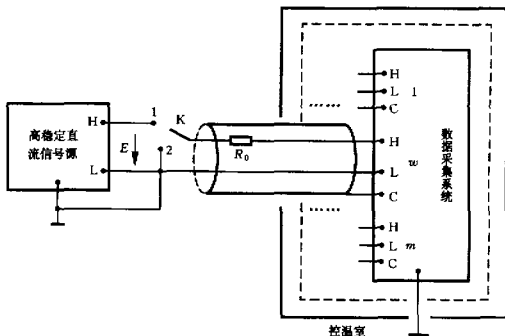


图 10 校准温度漂移的接线图

控温室控温值的误差优于 $\pm 2^\circ\text{C}$ ，测温值的误差应优于 $\pm 0.2^\circ\text{C}$ 。

在温度稳定性的校准温度变化范围 T 内，较均匀地选择出 L （一般 $L=3$ ，工作温度上限、下限及中间温度 20°C ）个检测温度点。每一次检测时，各通道对每个输入信号值采集 n （ ≥ 100 ）次。

第 j 次检测时（ $j=0, 1, \dots, L-1$ ），先将控温室的温度调到第 j 个温度测量点，待温度稳定两小时后，将接点 K 接 2，使通道只接入不平衡电阻 R_0 ，启动采集，得一组采集

数据 x_{jRi} ($i=1, \dots, n$); 然后, 再将接点 K 接 1, 使通道接入一个近测量范围上限或下限的信号 E , 启动采集, 得一组采集数据 x_{jEi} ($i=1, \dots, n$)。

$j=0$ 时, 零点初始值 \bar{X}_{0R} 和增益初始值 $G_{(0)}$ 可计算如下:

$$\bar{X}_{0R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{0Ri} \quad (32)$$

$$\bar{X}_{0E} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{0Ei} \quad (33)$$

$$G_{(0)} = \frac{\bar{X}_{0E} - \bar{X}_{0R}}{E} \quad (34)$$

$j \neq 0$ 时, 第 j 个温度测量点上:

零点温度漂移:

$$\Delta x_{(j)} = \bar{X}_{jR} - \bar{X}_{0R} \quad (35)$$

增益温度漂移:

$$\Delta G_{(j)} = \frac{\bar{X}_{jE} - \bar{X}_{jR}}{E} - G_{(0)} \quad (36)$$

$$\bar{X}_{jR} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{jRi} \quad (37)$$

$$\bar{X}_{jE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{jEi} \quad (38)$$

L 个温度测量点全部测量完后, 计算出:

$$T = t_{L-1} - t_0 \quad (39)$$

零点温度漂移特性参数, T 的单位是 $^{\circ}\text{C}$;

$$Z_w = \max(\Delta x_{(j)} / T \mid j=1, \dots, L-1) \quad (40)$$

增益温度漂移特性参数, T 的单位是 $^{\circ}\text{C}$;

$$G_w = \max\left(\left|\frac{\Delta G_{(j)}}{TG_{(0)}}\right| \mid j=1, \dots, L-1\right) \quad (41)$$

6.2 校准程序

6.2.1 接线如图 10 所示, 调置控温室的温度到接近测量温度变化范围的最低 (或最高点), 等待 2h, 使温度场充分稳定。选定 L (≥ 3) 个温度校准测量点。

6.2.2 设定测量通道。

6.2.3 设置采集方式 (单通道或循环) 及系统最高采集速率状态。

6.2.4 设置每通道采集数据个数 n (≥ 100), 并设置量程。

6.2.5 设定信号源信号幅度 E (为测量范围上限或下限的 93.75%~97.5%, 推荐值 97.5%)。

6.2.6 接点 K 接 2, 将通道只接入 R_0 电阻, 启动采集, 记录采集数据 X_{0Ri} ($i=1, \dots, n$)。

6.2.7 接点 K 接 1, 使通道接入信号 E , 启动采集, 记录采集数据 X_{0Ei} ($i=1, \dots, n$)。按公式 (32) 和 (34) 计算零点初始值和增益初始值。

6.2.8 调置控温室的温度, 调到测量温度变化范围的下一个校准测量温度点上, 并等待两小时, 使温度场充分稳定。在此温度点上继续进行下面的测量。

6.2.9 接点 K 接 2, 使通道只接入 R_0 电阻, 启动采集, 记录数据 X_{jRi} ($i=1, \dots, n$)。

6.2.10 接点 K 接 1, 使通道接入信号 E, 启动采集, 记录采集数据 X_{JEi} ($i=1, \dots, n$)。按公式 (35) 和 (36) 计算本温度点上的零点漂移和增益漂移。

6.2.11 重复执行 6.2.8~6.2.10 的过程, 直至所有的测量温度点测定完毕。

6.2.12 按公式 (40) 和 (41) 计算出零点温度漂移特性参数和增益温度漂移特性参数。

附录 2 数据采集系统校准结果记录格式

仪器名称: 温度: 湿度: 日期:

采集速率校准结果:

通道号	通道数	量程	信号幅度	通道速率	数据个数	信号频率	通道速率测值	系统速率测值	相对误差%

线性度校准结果:

通道号	通道数	量程	信号个数	通道速率	数据个数	线性度 %

误差限校准结果:

通道号	通道数	量程	信号幅度	通道速率	数据个数	采集幅度	系统误差%	标准差%	误差限%

时间漂移校准结果:

通道号	通道数	量程	信号幅度	通道速率	数据个数	初始零点	初始增益	零点漂移	增益漂移	漂移时间

通道间串扰校准结果:

通道号	通道数	量程	信号幅度	通道速率	数据个数	采集幅度	串扰抑制比/dB

输入电阻校准结果:

通道号	通道数	量程	信号幅度	通道速率	数据个数	信号频率	采集幅度	标准电阻	输入电阻

输入通频带校准结果:

通道号	通道数	量程	信号幅度	通道速率	数据个数	信号频率	通道采集幅度	频带宽度

动态有效位数校准结果:

通道号	通道数	量 程	信号幅度	通道速率	数据个数	信号频率	动态有效位数	信噪比/dB

共模抑制比校准结果:

通道号	通道数	量 程	共模幅度	通道速率	数据个数	信号频率	采集幅度	共模抑制比/dB

串模抑制比校准结果:

通道号	通道数	量 程	信号幅度	通道速率	数据个数	信号频率	采集幅度	串模抑制比/dB

温度漂移校准结果:

通道号	通道数	量 程	信号幅度	通道速率	数据个数	初始零点	初始增益	零点漂移	增益漂移	漂移温度

附 录 3

数据采集系统校准报告内容

数据采集系统校准报告应包括以下项目和内容:

(1) 机构名称
(2) 数据采集系统所有者的名称
(3) 数据采集系统制造厂的名称
(4) 型式注册号码或符号
(5) 数据采集系统的出厂编号
(6) 附件的出厂编号 (如果有附件)
(7) 制造年份
(8) 数据采集系统的简要说明
(9) 校准指标范围
(10) 校准环境 (温度和湿度) 条件
(11) 校准的简要说明
(12) 所用标准器的溯源性
(13) 数据采集系统的示值误差或修正值
(14) 附件的误差或修正值 (如果有附件)
(15) 完成校准日期
(16) 最大校准时间间隔