

工业过程测量和控制系统用
电动和气动模拟记录仪和指示仪
性能评定方法

UDC 681.2 : 53.082

: 621.503

GB 3386—88

代替 GB 3386—82

Methods of evaluating the performance of electrical
and pneumatic analog recorders and indicators for
industrial-process measurement and control systems

本标准参照采用国际电工委员会 (IEC) 出版物 873 《工业过程控制系统用电动和气动模拟图纸记录仪性能评定方法》(1986 年第 1 版)。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了工业过程测量和控制系统用电动和气动模拟记录仪和指示仪的性能评定方法。

本标准规定的性能评定方法适用于工业过程测量和控制系统中接受电动或气动模拟信号的记录仪和指示仪 (以下总简称仪表, 分别简称记录仪和指示仪)。记录仪包括单笔、多笔和多点记录仪; 指示仪包括单针、多针和多点指示仪。

本标准适用于一般工作条件下使用的仪表; 特殊工作条件下使用的仪表额外所要求的试验, 不属于本标准范围。本标准亦不包括仪表附加装置性能的评定所需要的附加试验。

本标准规定的某些试验可能不适用于某些型式的仪表, 这些仪表可根据仪表的型式选用所适用的试验和补充所需要的附加试验。

2 引用标准

ZB Y247 工业自动化仪表术语

3 试验条件

3.1 环境条件

3.1.1 标准参比大气条件

温度: 20°C ;

相对湿度: 65%;

大气压力: 101.3kPa (1013mbar)。

3.1.2 参比试验大气条件

仪表的参比性能在仲裁时应在下述大气条件下进行试验:

温度: $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$;

相对湿度: 60%~70%;

大气压力: 86~106kPa (860~1060mbar)。

用于热带、亚热带或其他特殊环境的仪表, 其参比大气条件按有关标准规定。

3.1.3 一般试验大气条件

当试验不可能或无需在参比试验大气条件下进行时, 推荐采用下述大气条件:

温 度: 15~35℃;

相对湿度: 45%~75%;

大气压力: 86~106kPa (860~1060mbar)。

每项试验期间, 允许温度的最大变化率为 1℃ / 10min。

3.1.4 其他环境条件

除上述大气条件外, 试验尚应在下述环境条件下进行;

磁场: 除地磁场外, 应使其他外界磁场小到可以忽略不计;

机械振动: 应使机械振动小到可以忽略不计。

3.2 动力条件

3.2.1 公称值

按有关标准或制造厂的规定。

3.2.2 允差

3.2.2.1 电源

电 压: $\pm 1\%$

频 率: $\pm 1\%$;

谐波含量: $< 5\%$ (交流电源);

纹 波: $< 0.1\%$ (直流电源)

3.2.2.2 气源

压 力: $\pm 1\%$;

供气温度: 环境温度 $\pm 2^\circ\text{C}$;

供气湿度: 露点低于表壳温度至少 10°C ;

无油无尘: 含油量不大于 $10\text{mg}/\text{m}^3$, 灰尘微粒不大于 $3\mu\text{m}$, 就认为是“无油无尘”的气源。

4 试验的一般规定

4.1 仪表应按制造厂的使用说明书, 特别是有关预调的说明投入运行。

4.2 除工作位置影响试验外, 试验时仪表应处于有关标准或制造厂规定的正常工作位置。

4.3 仪表试验应在表门关闭的条件下进行。

4.4 除非条文中另有规定, 在试验过程中不允许轻敲或振动被试仪表, 也不得调整仪表的下限值和量程。

4.5 除非条文中另有规定, 影响量只有所涉及的工作条件在规定范围内变化, 其他工作条件均应在参比工作条件下保持稳定, 且影响量对仪表的影响应在有关标准或制造厂规定的正常工作条件极限值上确定。

由于条件限制不可能在参比试验大气条件下进行的影响量试验, 可在一般试验的大气条件下进行。

4.6 试验用测量系统的误差极限应在试验报告中说明, 并应不大于被试仪表误差极限的四分之一。

4.7 电动仪表在接通电源后, 应按制造厂规定的时间进行预热, 使仪表内部温度稳定。如制造厂未作规定, 允许预热 30min。

4.8 除非条文中另有规定, 试验时输入信号应无明显波动, 输入信号的变化速度应足够慢, 保证在任何试验点上不产生过冲。

4.9 在试验全过程中, 记录仪表采用该仪表制造厂供应的记录纸和墨水。

4.10 试验时, 输入信号应同时施加到被试仪表和标准仪器上, 使标准仪器达到所要求的值, 然后读

取被试仪表的示值。

为方便计,可以调整输入信号,使被试仪表的记录笔或指针对准某一标度线,然后读取标准仪器的示值。

4.11 多针、多笔和多点仪表应逐针、逐笔和逐点按顺序试验。不在试验的各记录笔或指针,应位于不影响记录笔或指针读数的位置上。

4.12 除非条文中另有规定,试验结果应按输入量程的百分数计。

4.13 有关标准或制造厂规定的技术指标,应在试验报告的有关试验结果旁的空白栏内列出,以便对照。

5 与精确度有关的试验

5.1 总则

5.1.1 被试仪表及试验设备均应先在规定的试验条件下使之稳定,其试验都应在这种条件下进行。所有可能影响试验结果的工作条件均应随时进行观察,并作出记录。

5.1.2 下限值和(或)量程可调的仪表,可在试验开始前调整下限值和(或)量程,使上、下限值的误差减至最小。

5.1.3 试验点应为包括上、下限值(或其附近 10% 量程以内)在内的至少五个点。试验点应均匀分布在整個测量范围上,试验点的数目应与被试仪表的精确度和被评定的性能相称。

5.1.4 试验时,输入信号必须按初始输入信号的同一方向逼近试验点。

5.1.5 在正式试验之前,应使被试仪表作三个循环的全测量范围的移动。

5.1.6 多点仪表的某一点进行试验时,其余各点均应接通能源。

5.2 测量循环

仪表应在整个测量范围上,以上、下行程为一全循环,至少做三个循环的试验。在每个试验点上观察和记录输入信号值和示值。

5.3 误差表

确定每个试验点的示值与相对应的实际值之间的差值,该差值即为误差,并用输入量程的百分数表示。示值大于实际值为正误差,反之则为负误差。

计算每个试验点上的误差及上行程、下行程和上下行程各试验点的平均误差,并按附录 A 表 A1 的形式列出误差表。

5.4 误差曲线

必要时,可根据 5.3 条所得的误差表作上行程误差平均值,下行程误差平均值和上下行程误差平均值的误差曲线,以表明它们与规定的特性曲线的一致性(见附录 A 图 A1)。

5.5 基本误差

基本误差由 5.3 条误差表中最大正或负误差值来确定(见附录 A 表 A1 和 A2)。

5.6 测量误差

测量误差由 5.3 条误差表中的上行程误差平均值和下行程误差平均值中的最大的正或负误差值来确定(见附录 A 表 A1 和表 A2)。

5.7 端基一致性误差

端基一致性误差由 5.4 条的误差曲线直接确定。

a. 作一条规定的特性曲线,使其在下限值和上限值上与平均误差曲线重合。

b. 平均误差曲线与规定的特性曲线之间的最大差值,即为端基一致性误差(见附录 A 图 A1 和表 A2)。

5.8 回差

回差由 5.3 条的误差表中各试验点的上行程误差平均值与下行程误差平均值之间的最大差值来确

定(见附录 A 表 A1 和表 A2)。

5.9 死区

死区应在输入量程的约 10%，50%和 90%三点上测量。测量步骤如下：

- a. 缓慢变化(增大或减少)输入信号，直到刚好看出一个可觉察的示值变化；
- b. 记录输入信号值；
- c. 在相反方向上缓慢改变(减少或增大)输入信号，直到刚好看出一个可觉察的示值变化；
- d. 记录输入信号值。

输入信号的增量(b 和 d 项的差值)即为死区。每个试验点上应至少测量三个循环(a 至 d 项)，取其最大值，列入试验报告。

5.10 重复性误差

重复性误差，由 5.3 条的误差表中同一试验点同行程各次误差值与其平均误差值之偏差的方均根来确定(见附录 A 图 A1、表 A1 和表 A2)。

6 影响量试验

6.1 总则

除非条文另有规定，影响量对仪表的影响应由同行程的三次测量结果的平均值来确定。

除非条文中另有规定，影响量一般是由下限值和量程的变化来确定。

影响量的变化速率应足够慢，以保证在任何场合下被试仪表都不发生过冲。

注：记录仪在试验时，应同时注意影响量可能对走纸速度和记录质量的影响。

6.2 电源畸变

6.2.1 主电源变化

当交流电源的电压和频率或直流电源的电压按下述组合变化时，测量由此产生的仪表下限值和量程的变化：

交流电源：

电 压	频 率
a. 公称值	公称值
b. 公称值	公称值的 102%
c. 公称值	公称值的 90%
d. 公称值的 110%	公称值
e. 公称值的 110%	公称值的 102%
f. 公称值的 110%	公称值的 90%
g. 公称值的 85%	公称值
h. 公称值的 85%	公称值的 102%
i. 公称值的 85%	公称值的 90%

直流电源：

- 电压
- a. 公称值
- b. 公称值的 110%
- c. 公称值的 85%

注：①如有关标准规定有较小的电压和(或)频率的允差，则应按有关标准的规定。

②必要时，交流电源的变化影响试验可简化为下述组合变化：

电 压	频 率
a. 公称值	公称值
b. 公称值的 110%	公称值的 102%
c. 公称值的 110%	公称值的 90%
d. 公称值的 85%	公称值的 102%
e. 公称值的 85%	公称值的 90%

6.2.2 电源短时中断

本试验的目的在于确定由规定电源切换到备用电源时, 仪表的瞬态特性和恢复时间。

试验时, 仪表的记录笔或指针应设定在记录纸或标度尺中点附近的标度线上。

交流供电的仪表, 应在交叉点上或随机相位上中断 1, 5, 10 及 25 周;

直流供电的仪表, 中断时间为: 5, 20, 200 及 500ms。

观察和记录下列数值:

- 示值的最大瞬时正负变化;
- 重新接通电源后, 示值到达其稳态值并保持在基本误差限内所需的时间;
- 示值的任何永久变化。

如果在随机相位上切换, 此项试验应重复 10 次, 两次试验之间的时间间隔至少等于中断时间的 10 倍。如果在交叉点(峰值)上切换, 只需进行三次试验。取多次试验的最大值。

6.2.3 电源低降

试验时, 仪表的记录笔或指针应设定在上限值的标度线上。

电源电压降低到公称值的 75%, 并保持 5s。

观察和记录你表示值的任何瞬态变化幅值和持续时间。

6.2.4 电源瞬时过压。

试验线路如图 1 所示。

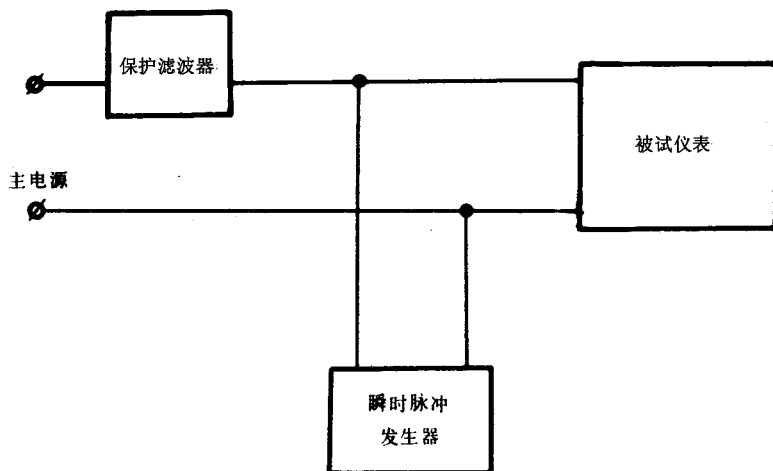


图 1 电源瞬时过压试验线路示意图

试验时, 仪表的记录笔或指针应设定在记录纸或标度尺中点附近的标度线上。

迭加到主电源上的尖峰电压由电容器放电产生, 电容器的能量为 0.1 J, 尖峰电压的幅值为主电源电压有效值的 100% 和 500%。

主电源线应由包括一个至少为 500 μ Hz 扼流圈的抑制滤波器加以保护。

对每个幅值应施加两个脉冲, 其相位各自与主电源峰值电压相位相同; 或者施加与主电源相信随

机的 10 个脉冲。

观察和记录仪表示值的任何瞬态变化和永久变化。

6.3 气源压力变化

试验时, 仪表的记录笔或指针应设定在 90% 量程附近的标度线上。

在气源压力分别为公称值、公称值的 110% 和公称值的 90% 时, 观察和记录仪表示值的变化。

试验时, 气源压力应平稳。

6.4 电干扰

6.4.1 共模干扰

本试验仅适用于接线端子对地绝缘的仪表。试验是通过测量由一个与主电源频率相同的 250V 的交流电压, 施加在每个输入端子和地之间引起的下限值和量程的变化来进行的。如果有关标准规定的值小于 250V, 则可用这个较小的值代替, 干扰电压的相位应能对仪表电源输入的相位在 360° 内变化。

试验线路如图 2 所示。

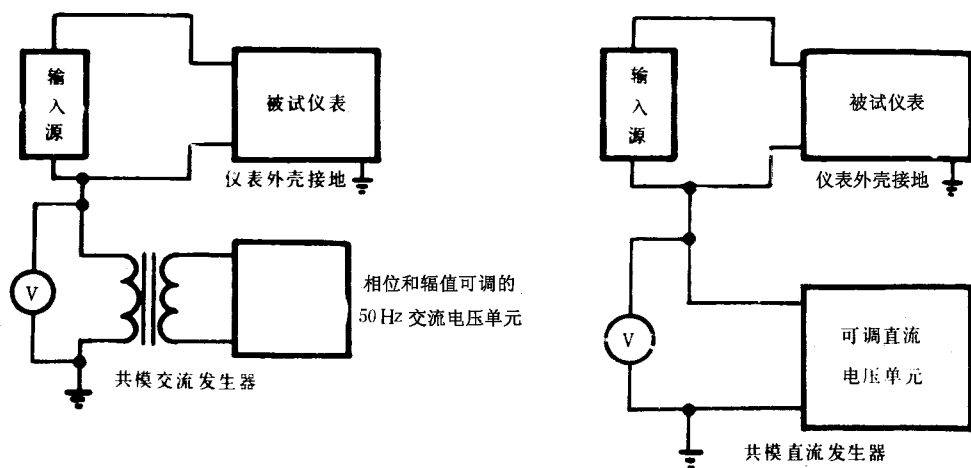


图 2 共模干扰试验线路示意图

然后用直流电压代替交流电压重复本试验, 应使用直流 50V 的电压或者输入量程 1000 倍的电压, 两者中取其较小者。正或负两种电压均应施加, 如果有关标准规定的值小于 50V, 则应取这较小的值。

在共模干扰试验期间, 仪表应由不受共模电压影响的输入信号源提供输入。对于电流输入仪表, 其输出端子之间应跨接一个不小于 $10\mu\text{F}$ 的电容; 对于电压输入仪表, 其信号源应为电压源, 其输出阻抗在主电源频率下应不大于 100Ω 。

注: 进行共模干扰试验时, 通常还把试验电压同时接到两个输入端子上, 如果端子间的阻抗相对低于地的阻抗, 则两种方法产生的试验结果等效。

6.4.2 串模干扰

本试验用于确定一个与主电源频率相同的交流电压(串模电压)串联地迭加在输入端子上对仪表示值的影响。

试验线路如图 3 所示。

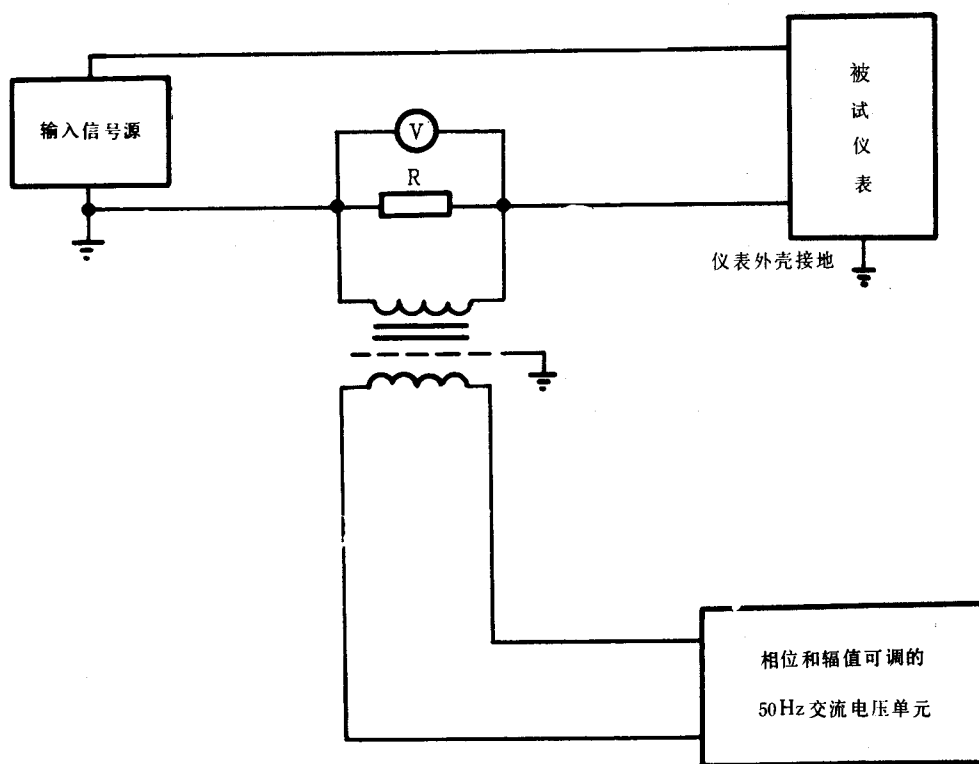


图 3 串模干扰试验线路示意图

串模电压由变压器的次级产生。变压器的次级用最大为 10Ω 的并联电阻分路，并与输入端子串接。不直接与仪表联接的变压器次级与负载电阻并联的一侧应接地。

试验时，仪表的记录笔或指针应设定在记录纸或标度尺 10% 和 90% 附近的标度线上。

将仪表与试验线路断开，调整变压器的初级电压，使负载电阻两端的串模电压设定在 1V 峰值；如有关标准规定小于 1V 峰值的串模电压，则应按有关标准的规定。然后将仪表接入试验线路，调整干扰电压的相位 ($0^\circ \sim 360^\circ$)，使仪表示值的变化为最大。测量和计算仪表下限值和量程的变化。

6.5 接地

本试验仅适用于输入端子与地绝缘的仪表。

依次将每个输入端子与地联接，测量和计算仪表下限值和量程的变化和任何瞬态变化。

应仔细消除因试验设备输入电路接地造成的影响。

注：带有热电偶断路电阻的仪表，试验前应先断开断路电阻。

6.6 输入侧外阻

本试验仅适用于电压输入的仪表。

使输入导线的电阻从有关标准或制造厂规定的最小值改变到最大值，测量和计算由此产生的仪表下限值和量程的变化。

注：带有热电偶断路电阻的仪表，试验前应先断开断路电阻。

6.7 外磁场

本试验的目的是确定主电源频率的交变磁场对仪表的影响。本试验不适用于仅使用气动信号的仪表。

本试验应在由频率为 50Hz 的交流电或直流电产生的磁场强度为 400A/m 的外磁场中进行。

试验时仪表的记录笔或指针应设定在记录纸或标度尺中点附近的标度线上。

仪表放到磁场线圈的中心转台上，信号源和标准仪器应离开磁场至少 3m，转动中心转台和磁场线圈，还应调整移相器($0^{\circ} \sim 360^{\circ}$)使仪表处于最不利的磁场方向和相位上。在这条件下测量和计算由此产生的仪表下限值和量程的变化。

注：如有关标准规定小于 400A/m 的磁场强度，则应按有关标准的规定。

6.8 安装位置

试验时，将仪表从制造厂规定的正常工作位置分别向前后左右各倾斜 10° 或制造厂规定的最大倾斜度，测量和计算由此产生的仪表下限值和量程的变化。

注：记录仪应特别注意记录质量。

6.9 过范围

在仪表上施加下限值的输入信号，并缓慢增加到有关标准规定的最大过范围值，持续 1min，然后将输入信号降到下限值。过 5min 后，测量和计算下限值和量程的变化。

6.10 环境温度

本试验应在温度试验箱中进行，试验温度和试验顺序如下：

+20℃，+40℃，+55℃，+20℃，0℃；-10℃，-25℃，+20℃。

仪表的正常工作温度范围所不包括的温度不进行试验。如仪表的正常工作温度范围的最高和(或)最低温度接近上述湿度，则用正常工作温度范围的最高和(或)最低温度代替。

温度应逐步变化，每一温度的允许偏差为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，在每一温度上应有足够的时间，使仪表内部达到热稳定。

在每个温度上测量仪表的下限值和量程，并计算温度每变化 10°C 时的变化量。

在环境温度影响试验时，对记录仪还应特别注意记录质量。

6.11 湿热

本试验仅适用于电动仪表。

仪表应先在参比工作条件下放置 24h，测量仪表的基本误差和回差，然后将仪表放进湿热试验箱内，使试验箱的温度和相对湿度为 40°C 和 $91\% \sim 95\%$ ，并保持至少 25h。在最后的 4h 内，接通电源。在该周期结束后立即测量仪表的示值。

将仪表从试验箱中取出，检查仪表是否有飞弧现象，冷凝水聚集和元部件损坏。

仪表应再在参比工作条件下放置不少于 24h，测量仪表的基本误差和回差。

6.12 机械振动

本试验的目的在于确定仪表工作时所经受的机械振动对仪表示值的影响，同时确定仪表的强度在这些条件下是否能满足要求。

试验时，仪表的记录笔或指针应设定在记录纸或标度尺中点附近的标度线上。

仪表应按规定的安装方式安放在振动试验台上，并在三个互相垂直的轴线上承受直线正弦振动，其中一个轴线应为垂直方向。用来安放仪表的振动台，安装板和任何安装托架的刚度应使传递到仪表上的脉冲的损耗为最小，且不增大振幅，亦不产生谐振。

试验分三个阶段进行。

第一阶段：寻找初始谐振

本阶段的目的在于了解仪表对振动的响应，确定谐振频率和收集寻找最终谐振所需的资料。

按下述频率范围和位移幅度值或加速度进行扫频：

频率：10~60Hz，位移幅度值：0.07mm；

频率：60~150Hz，加速度： 9.8m/s^2 。

注：上述振动相当于控制室和现场(低振动级)的工作条件。如仪表采用其他的频率范围和位移幅度值或加速度，应按有关标准的规定。

扫频应是连续和对数的, 扫描速率为每分钟二分之一倍频程。

扫频期间, 应记录使示值有明显变化和产生机械谐振的频率。

第二阶段: 耐振性试验

仪表应在三个相互垂直的平面上各承受半小时的振动, 其中一个平面应为垂直方向, 在每个平面上, 试验应按第一阶段所得出的最大机械谐振的频率进行。如未找到谐振, 则在工作条件所规定的最大频率上进行。

第三阶段: 寻找最终谐振

寻找最终谐振的方法与第一阶段相同, 并用相同的频率范围和位移幅值或加速度, 所得出的谐振频率和使示值产生明显变化的频率应与第一阶段所得出的仔细对比。两者的差别可能是由弹性变形引起的, 并将导致机械结构开始破裂。

最终检查: 振动试验后, 应观察检查仪表有无机械损坏, 并测量仪表的基本误差和回差。

6.13 稳定性

6.13.1 始动漂移

本试验的目的在于确定仪表接通能源后瞬间和以后一段时间内产生的示值变化。

试验前, 仪表应在参比工作条件下放置 24h, 但不接通能源, 然后在仪表上施加 10% 量程的输入信号, 接通能源, 记录 5min、1h 和 4h 时的示值, 相邻两时间的最大差值为低输入量程时的始动漂移。断开能源, 仪表再在参比工作条件下放置 24h, 用 90% 量程的输入信号重复上述试验, 由此测得高输入量程时的始动漂移。两者中取其最大值作为仪表的始动漂移。

6.13.2 长期漂移

试验前, 仪表应在参比工作条件下放置 24h, 测量和计算仪表的下限值和量程, 然后仪表在参比工作条件下用 90% 量程的恒定输入信号连续运行 30d。试验期间, 每天观察和记录仪表示值的变化。在试验结束后, 紧接着测量和计算仪表的下限值和量程。

试验前后下限值和量程的变化即为长期漂移。

6.14 加速寿命(运行)试验

6.14.1 单针、单笔和多针、多笔仪表

在仪表上施加峰-峰值约为 45% 量程且其中点位于记录纸或标度尺中点的交变输入信号, 其最佳频率应为 0.1Hz。除非有关标准另有规定, 仪表应运行 10^5 个循环。试验前后均应测量仪表的下限值、量程和量程中点的回差, 并记录任何变化。

6.14.2 多点仪表

适当选择输入信号, 使仪表示值平均地分布在量程的 10% 与 90% 之间, 除非有关标准另有规定, 仪表应运行 10^5 个循环。试验前后均应测量仪表的下限值、量程和量程中点的回差, 并记录任何变化。

6.15 倾跌

本试验的目的在于确定仪表在使用和维修时, 由于操作不慎可能产生的碰撞或摇动对仪表的影响, 同时考核仪表的最低牢固性。

试验前应测量仪表的下限值和量程。

将仪表按正常工作位置放在一个平滑、坚硬和牢固的混凝土或钢制平台上, 仪表沿一个底边倾斜 30° , 或将一个底边升高, 使其按有关标准的规定距台面 25、50 或 100mm, 然后使底面自由跌落在平台上。仪表底面的四个边均各受一次跌落之后, 检查仪表有无损坏, 并测量和计算仪表的下限值和量程的变化, 且应核实仪表能否调整到原先的性能。

注: ①升高的离度和倾斜的角度, 其允许偏差为 10%。

②在倾斜 30° 和升高一个底边的两种试验方法中可选取要求较低的一种。

7 其他试验

7.1 安全

7.1.1 绝缘电阻

仪表的绝缘电阻用额定直流电压为 500V 的兆欧表测量。

试验时，断开电源，使电源开关位于接通位置，输入端子和电源端子分别短接，然后测量：

输入端子——接地端子

电源端子——接地端子

输入端子——电源端子

之间的绝缘电阻。

7.1.2 绝缘强度

绝缘强度试验采用 50Hz 的正弦波电压，试验电压按下表规定：

电 压 公 称 值 V	试 验 电 压 kV
< 60	0.5
60 ~ < 130	1.0
130 ~ < 250	1.5
250 ~ < 650	2.0

先将试验设备的空载电压设定在规定的试验电压的 50%，然后接入被试仪表。试验设备的功率应足以使所设定的电压在仪表接入后下降不超过 10%。试验时使试验电压由零逐步平稳地上升到规定值，保持 1min，应不出现击穿或飞弧，然后使试验电压平稳地下降到零，切断电源。

试验应在 7.1.1 条所列各接线端子之间进行。

未使用过的仪表可经受必要次数的 100% 规定试验电压的绝缘强度试验。

7.1.3 反向供电电压保护

具有反向供电电压保护的仪表，应施加最大允许反向供电电压，然后在正常接通电源情况下，测量仪表的基本误差和回差。

7.2 能源消耗

7.2.1 耗电量

在规定的电压和频率公称值下和最高电压与最低频率下，测量和记录仪表以最大消耗能量工作时所消耗的瓦特数或伏安数。

7.2.2 耗气量

在测量范围的各个稳态输入信号下测量仪表的耗气量，以确定最大耗气量的输入信号值，然后在最大耗气量的输入信号值时测量仪表的耗气量。

7.3 走纸速度误差

使记录仪走纸 24h 或不少于 1m 的长度，以确定记录纸的走纸速度误差。

注：①用同步电动机驱动记录纸的记录仪，用与记录仪接在同一供电电路中电钟的读数作为时间指示；

②有多档走纸速度的记录仪，可任选一档测定其走纸速度误差。

7.4 记录质量

记录仪的记录质量检验，应尽可能采用每小时 20mm 的走纸速度。如采用其他走纸速度，应在试验报告中注明。

7.4.1 长期记录

在记录仪上施加峰-峰值约为 50% 量程且其中点位于记录纸中点的交变输入信号，其频率应使记录纸上的录迹能清晰地区分(每毫米记录纸行程不多于一个循环)。

除非有关标准另有规定，记录仪应运行 10^4 个循环，然后检查：

- a. 所有录迹有无中断；
- b. 在跨越不同颜色的录迹 5mm 之后，记录线条的颜色有否改变；
- c. 记录线条的宽度有否改变。

注：①本试验可与 6.14 条合并进行；

②在试验过程中应按制造厂的规定对记录仪进行维护。

7.4.2 涂污

用 7.4.1 条的交变输入信号，逐渐提高输入信号的频率，直到记录纸上不能分辨录迹的线条，记录纸被全完“涂色”为止。记下这一频率。

然后，记录仪用这一频率运行 24h 或至少 500mm 的记录纸长，并检查：

- a. 记录纸是否损坏，墨水是否渗透到记录纸台板上；
- b. 墨水流是否中断；
- c. 是否有墨水滴或污渍。

7.4.3 记录速度

记录纸在最高走纸速度下施加满量程的阶跃输入信号，录迹应无断线。

如出现断线，则施加速度递增的锯齿形或三角形输入信号，记下正反行程中录迹均无断线的最高速度。

在上述的录迹中断后，记录笔在较低速度下应能恢复记录。

7.5 开路输入和短路输入的影响

每个电输入连接端应依次中断 5min，并记下最终稳态输出，同时还应记录达到这些稳态值所需的时间，亦应在各个电输入连接端联在一起短路的情况下进行类似的试验。

8 动态特性试验

8.1 频率响应

当施加在输入端上的正弦信号的峰-峰值保持较小值时(不超过量程的 20%)，应足以进行有效的测量，输入信号的频率应从相当于接近零频率(不高于 0.005Hz)的初始值增加到输出衰减至约为其初始幅值一半的较高频率。

在每个频率间隔上至少应记录一个完整的输入和输出循环。

这些试验结果应以下列形式图解表示(见图 4)：

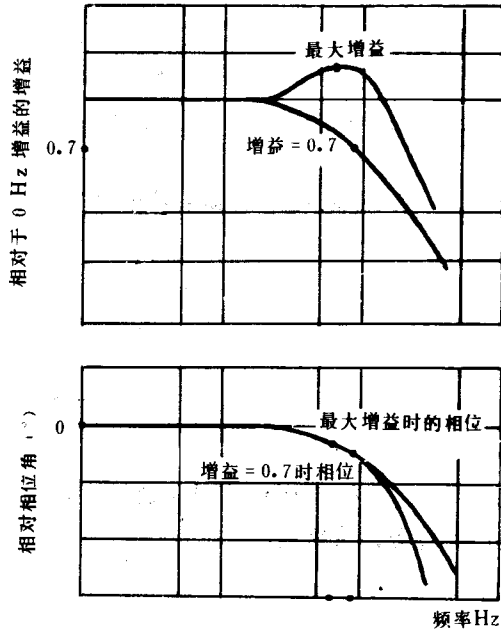


图 4 频率响应试验结果

- a. 在对数标尺上画出相对于零频增益对频率的曲线;
- b. 在对数标尺上画出输入与输出间的相位滞后对频率的曲线。

应根据上述图确定:

- a. 相对增益为 0.7 时的频率;
- b. 相位滞后为 45° 时的频率;
- c. 最大相对增益及其相应的频率及相位角。

8.2 阶跃响应

应按下列规定在仪表输入端上施加一系列阶跃信号。阶跃输入的上升时间应比仪表的响应时间短, 并记录下列条件下的两种时间。

- a. 在仪表上施加相当于输入量程 80% 的阶跃信号, 先由量程的 10%~90%, 再由量程的 90%~10%。
- b. 在仪表上施加相当于输入量程 10% 的阶跃信号, 分别按以下次序上升和下降。
5%~15%, 45%~55%, 85%~95%。

对于每一个试验, 响应时间是记录笔或指针最终稳定地到达和保持在量程的 1% 以内的时间。

如出现过冲, 则响应时间应包括过冲时间, 同时应记录记录笔或指针超过最终稳定点的过冲量, 并用量程的百分数表示。

本试验可按下述两种方法之一进行:

- a. 如最大走纸速度能对记录作精确的时间分析, 则用最大走纸速度进行试验(本方法仅适用于记录仪)。
- b. 在精确的时间间隔内施加阶跃信号, 以微小的步进改变时间间隔的大小, 达到平衡的时间即为响应时间。

8.3 每点时间

多点仪表的每点时间的试验, 应将相当于下限值和上限值的输入信号交替地按顺序施加到输入端子上。测量和记录各个打印或指示之间的时间间隔, 同时还应观察仪表是否在基本误差限内指示或记录。

附 录 A
误 差 表 实 例
(补充件)

表 A1 误差表实例

%

输入 信号	误 差 (输入量程的%)								上下行程 平均误差
	第 1 测量循环		第 2 测量循环		第 3 测量循环		平均值		
	上行程	下行程	上行程	下行程	上行程	下行程	上行程	下行程	
0	-	-0.04	-	-0.05	-	-0.06	-	-0.05	-0.05
10	+0.06	+0.14	+0.04	+0.15	+0.05	+0.16	+0.05	+0.15	+0.10
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	+0.05
50	-0.18	-0.02	-0.16	+0.01	-0.13	+0.01	-0.16	0.00	-0.08
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	-0.20
90	-0.16	-0.06	-0.15	-0.05	-0.14	-0.04	-0.15	-0.05	-0.10
100	+0.09	-	+0.11	-	+0.10	-	+0.10	-	+0.10

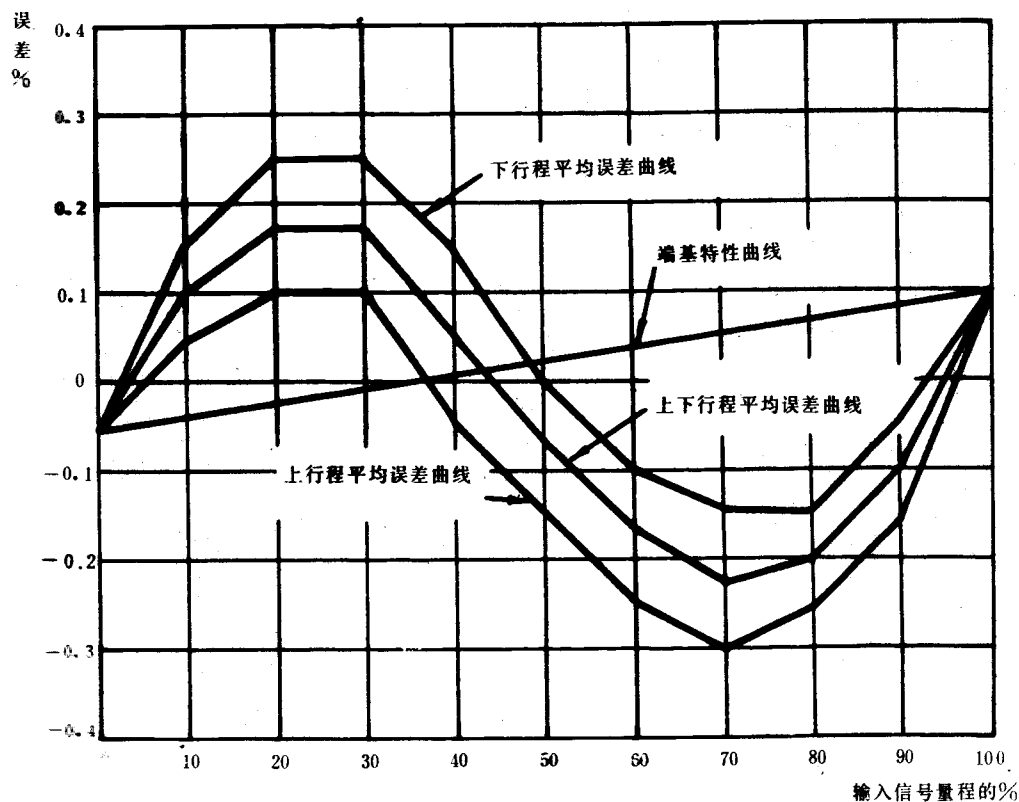


图 A1 误差曲线

表 A 2 计 算 实 例

序 号	技术指标	说 明	测量结果 %	参考图表															
1	基本误差	a. 在下行程测量时, 基本误差的最大值出现在 20% 量程(第 2 循环和第 3 循环)和 30% 量程(第 3 循环)处, 均为+0.26%。	+0.26	表 A1															
		b. 在上行程测量时, 基本误差的最大值出现在 70% 量程(第 1 循环)处, 为-0.32%。	-0.32																
2	测量误差	a. 在下行程测量时, 平均误差的最大值出现在 20% 量程和 30% 量程处, 均为+0.25%。	-0.25	表 A1															
		b. 在上行程测量时,平均误差的最大值出现在 70% 量程处, 为 -0.30%。	-0.30																
3	端基一致性误差	由平均误差曲线得出:		图 A1															
		a. 最大平均负误差出现在 70% 量程处, 为-0.225%, 而端基特性曲线在 70% 量程处的截距为+0.055%, 因此端基一致性误差的负值为-0.28%。	-0.28																
		b. 最大平均正误差出现在 20% 量程处,为+0.175%, 而端基特性曲线在 20% 量程处的截距为-0.02%, 因此端基一致性误差的正值为+0.195%。	+0.195																
4	回 差	上行程平均值和下行程平均值的最大差值出现在 40% 量程处为 -0.05% 和 +0.15%。	0.20	表 A1															
5	重 复 性 误差	计算重复性误差的公式为: 由表 A1 可以确定各点误差值与上行程误差平均值或下行程误差平均值之间的最大偏差。当出现多个相同的最大偏差时, 取其中任一处计算重复性误差。 例: 上行程 20% 量程出现最大偏差时: $\bar{X} = +0.10, N = 3$ <table><tr><td>X_i</td><td>$X_i - \bar{X}$</td><td>$(X_i - \bar{X})^2$</td></tr><tr><td>+0.13</td><td>+0.03</td><td>0.0009</td></tr><tr><td>+0.08</td><td>-0.02</td><td>0.0004</td></tr><tr><td>+0.09</td><td>-0.01</td><td>0.0001</td></tr><tr><td></td><td></td><td>0.0014</td></tr></table> 重复性误差 = $\sqrt{0.0014 / 3} = 0.022$	X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	+0.13	+0.03	0.0009	+0.08	-0.02	0.0004	+0.09	-0.01	0.0001			0.0014	0.022	表 A1 图 A1
X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$																	
+0.13	+0.03	0.0009																	
+0.08	-0.02	0.0004																	
+0.09	-0.01	0.0001																	
		0.0014																	

附加说明:

本标准由上海工业自动化仪表研究所归口。

本标准由上海工业自动化仪表研究所负责起草。

本标准 1982 年 12 月首次发布, 1987 年修订。