

水利电力部电力调度通讯局

电气量变送器校验导则

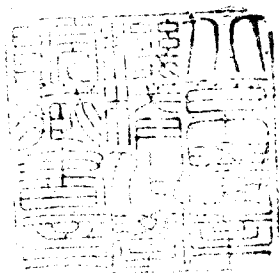
(试 行)

水利电力出版社

水利电力部电力调度通讯局

电气量变送器校验导则

(试 行)



水利电力出版社

ZQK/12

水利电力部电力调度通讯局
电气量变送器校验导则
(试 行)

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

850×1168毫米 32开本 2印张 50千字

1985年2月第一版 1985年2月北京第一次印刷

印数00001—14250册 定价0.60元

书号 15143·5634

水利电力部电力调度通讯局

关于颁发《电气量变送器校验导则》（试行） 及《电气量变送器导则补充件》（试行）的通知

为了更好地执行《电力系统远动运行管理规程》（试行），提高变送器的精度，特制订本导则及其补充件，自即日起试行。导则明确了对变送器校验要求的规定，而其补充件则对变送器校验的方法、步骤、接线等提出具体意见，作为各地执行导则时的参考。

望各有关单位在试行中认真总结经验，积累资料，随时将意见告我局。

一九八四年五月一日

目 录

1	总则	1
1.1	电气量变送器的校验	1
1.2	电气量变送器校验工作中应遵守的事项	1
1.3	电气量变送器检验时选用标准设备的规定	1
1.4	电气量变送器误差的计算	3
1.5	电气量变送器输入满值和输出满值的确定	3
2	交流电流、交流电压变送器的校验	5
3	三相有功功率、无功功率变送器的校验	6
4	功率总加器的校验	9
4.1	电压相加型功率总加器的校验	9
4.2	电流相加型功率总加器的校验	11
附录A	交流电流变送器校验报告	13
附录B	交流电压变送器校验报告	14
附录C	三相有功功率变送器校验报告	15
附录D	三相无功功率变送器校验报告	18
附录E	电压相加型功率总加器校验报告	20
附录F	电流相加型功率总加器校验报告	21
附录G	电气量变送器校验导则补充件	22

1 总 则

1.1 电气量变送器的 校 验

1.1.1 所有电气量变送器均必须按照本导则的规定进行 校 验，以确保变送器的精度。

1.1.2 电气量变送器的校验分为下列三种 情 况：

1.1.2.1 新安装的变送器投入运行前的校验。

1.1.2.2 运行中变送器的定期校验。

1.1.2.3 运行中的变送器带电核对检查。即当发现遥测显示
值误差超过规定值时，必须用标准表进行带电核对检查电气量变
送器的精度。标准表的精度应不低于0.2级。

1.1.3 各种变送器的校验周期为每年一次。

1.2 电气量变送器校验工作中应遵守的事项

1.2.1 在校验电气量变送器时，必须遵守水电出版社1982
年出版的《电业安全工作规程发电厂和变电所电气部分》的有关
规定。

1.2.2 在带电核对检查电气量变送器精度时，标准表在接
入电流互感器、电压互感器的二次回路时，必须由两人进行。

1.2.3 带电取下电气量变送器前，电流互感器二次回路一
定要用短路片或短路线短路，严禁用鳄鱼夹子做短路线，以防电
流互感器二次回路开路，同时严禁将电压互感器二次回路短路或
者接地。

1.2.4 交流电压、有功功率、无功功率变送器的电压输入
回路，必须加保险器，其容量应不大于0.5A。

1.3 电气量变送器检验时选用标准设备的规定

1.3.1 校验电气量变送器的交流电源稳定性应满足下列
要求：

1.3.1.1 在读数时间内所调电流、电压、功率值的变化应

不大于0.25%。

1.3.1.2 交流电流、电压的波形畸变系数应不大于5%。

1.3.1.3 整流型波形畸变系数应不大于2%。

注：畸变系数是指谐波分量的有效值与总电压有效值之比。

1.3.2 校验电气量变送器使用的设备，应能保证输入交流电流、电压平稳地不间断地调至满值。

1.3.3 电气量变送器校验所用的各种标准仪器仪表应符合精度级别的要求，并需经过仪表部门检验合格。由于电气量变送器的精度均为0.5级，因此在试验室校验所用各种标准表的级别应为0.2级（需加更正值）。

1.3.4 电气量变送器校验时使用的有关设备及仪器仪表。

1.3.4.1 校验交流电流变送器使用的仪器仪表。

a. 交流电子稳压器一台，容量1kVA。

b. 自耦调压器一台，容量1kVA。

c. 降压变压器一台，变比220V/6~12V，容量500VA。

d. 0.2级交流电流表一只，量程0~5A。

e. 五位数字电压表一台。

f. 0.2级直流毫安表一只，量程0~1mA。

g. 变阻器一只，100Ω、1A。

1.3.4.2 校验交流电压变送器使用的仪器仪表

a. 交流电子稳压器一台，容量1kVA。

b. 自耦调压器一台，容量1kVA。

c. 0.2级交流电压表一只，量程0~150V。

d. 五位数字电压表一台。

e. 0.2级直流毫安表一只，量程0~1mA。

1.3.4.3 校验三相有功功率、无功功率变送器使用的设备及仪器仪表

1.3.4.3.1 交流三相试验台一套。

a. 交流电子稳压器三台，容量1kVA（每台）。

b. 移相器一台，容量1kVA。

c.交流电压表三只, 量程0~250V, 1.5级。

d.交流电流表三只, 量程0~5A, 1.5级。

e.升流器三台。

f.功率因数表一只, 1.5级。

g.调压器六台, 容量1kVA(每台)。

1.3.4.3.2 0.2级单相瓦特表三只。

1.3.4.3.3 五位数字电压表一台。

1.3.4.3.4 真空管电压表一只。

1.3.4.3.5 示波器一台。

1.3.4.3.6 频率计一台。

1.3.4.4 校验功率总加器使用的仪器仪表。

a.直流稳压电源一台(做信号源用)。

b.五位数字电压表一台。

c.0.2级直流毫安表一只, 量程为0~1mA。

1.3.5 地区调度所或负责校验电气量变送器的单位, 一般配备三相交流校验台(在发电厂可考虑与仪表班、组合用)。

1.3.6 在检验电气量变送器的试验室内, 环境变化温度为15~25℃。

1.4 电气量变送器误差的计算

1.4.1 电气量变送器的误差用相对引用误差表示。相对引用误差等于变送器某点绝对误差与变送器输出满值的百分比。

$$\gamma \% = \frac{A_x - A_0}{A_M} \times 100\%$$

式中: A_x ——变送器某点实际输出值;

A_0 ——变送器某点标准输出值;

A_M ——变送器输出满值。

1.5 电气量变送器输入满值和输出满值的确定

1.5.1 交流电流变送器的输入满值, 可根据其接入设备的一次参数和电流互感器的变比计算。

1.5.1.1 输入满值的确定: 已知电流互感器一次满值电流

为 I_{1M} , 变比为 K_{LH} , 则二次电流值即变送器的输入满值电流 I_{2M} :

$$I_{2M} = \frac{I_{1M}}{K_{LH}}$$

1.5.1.2 输出满值的确定: 参照厂家说明书给的数据, 根据与之连接的遥测装置的要求最后确定。

1.5.2 交流电压变送器的输入满值根据其接入设备的一次参数和电压互感器的变比计算。

1.5.2.1 输入满值的确定: 已知电压互感器一次满值电压为 U_{1M} , 变比为 K_{YH} , 则二次电压值即变送器的输入满值电压 U_{2M} :

$$U_{2M} = \frac{U_{1M}}{K_{YH}}$$

1.5.2.2 输出满值的确定: 参照厂家说明书给的数据, 根据与之连接的遥测装置的要求最后确定。

1.5.3 三相有功功率变送器的输入有功功率满值及输出直流电压满值的确定。

1.5.3.1 输入功率满值的确定: 已知一次最大有功功率 P_{1M} , 电流互感器变比为 K_{LH} , 电压互感器变比为 K_{YH} , 则二次满值功率即变送器的输入满值有功功率 P_{2M} :

$$P_{2M} = \frac{P_{1M}}{K_{LH} \cdot K_{YH}}$$

1.5.3.2 输出满值电压的确定: 参照厂家说明书给的数据, 根据与之连接的遥测装置的要求最后确定。

1.5.4 三相无功功率变送器输入无功功率满值及输出直流电压满值的确定。

1.5.4.1 对于 YBG-4 型、FZ 型无功功率变送器输入满值无功功率 Q_{2M} , 按下式计算:

$$Q_{2M} = \frac{Q_{1M}}{K_{LH} \cdot K_{YH}} \times \sqrt{3}$$

式中: Q_{1M} ——一次无功功率最大值;

$\sqrt{3}$ ——接线系数。

1.5.4.2 对于 FS-15、FS-27、SZY-B 型三相无功功率变送器输入满值无功功率 Q_{2M} 按下式计算:

$$Q_{2M} = \frac{Q_{1M}}{K_{LH} \cdot K_{YH}} \times \frac{2}{\sqrt{3}}$$

式中: $\frac{2}{\sqrt{3}}$ ——接线系数。

1.5.4.3 三相无功功率变送器输出满值电压的确定和三相有功功率变送器相同。

1.5.5 交流电流、三相有功功率、无功功率变送器电流互感器二次抽头的确定:

当实际运行一次电流的最大值, 远小于电流互感器一次额定电流 I_{1e} 时, 可用改变变送器内的电流互感器抽头的方法, 相应展宽变送器输出电压的量程, 提高变送器测量精度。实际运行一次电流最大值与变送器电流互感器抽头电流的对应关系如下表:

实际运行一次电流最大值(A)	$80\%I_{1e}$ 以上	$60 \sim 80\%I_{1e}$	$60\%I_{1e}$ 以下
变送器内的电流互感器抽头电流(A)	5	4	3

1.5.6 当测定电气量变送器线性误差时, 变送器电压输出回路, 必须并联与实际阻抗相等的电阻。电流输出回路必须串联与实际阻抗相等的电阻。这样才能保证变送器调试完毕, 接入实际回路时, 不产生误差。

2 交流电流、交流电压变送器的校验

2.0.1 交流电流、电压变送器的校验项目:

2.0.1.1 外观检查。

2.0.1.2 绝缘试验。

2.0.1.3 线性误差测定。

2.0.1.4 满值时的交流分量测定。

2.0.2 外观检查，应着重下列各项：

2.0.2.1 内部元件是否有损坏。

2.0.2.2 内部接线是否有开焊。

2.0.2.3 印刷电路板焊点是否有虚焊或短路。

2.0.2.4 清洗接插件，检查插件接触是否良好。

2.0.2.5 螺丝是否有松动。

2.0.3 绝缘试验：

2.0.3.1 变送器输入回路对外壳：新安装的变送器用2500V摇表测量；年度校验时用1000V摇表测量，绝缘电阻要求不低于 $10M\Omega$ 。

2.0.3.2 变送器输出回路对外壳，用500V摇表测量，绝缘电阻不低于 $10M\Omega$ 。

2.0.4 线性误差的测定：

交流电流、电压变送器，当输入变送器的交流电流和电压由满值按一定比例降至零，则输出直流电压和电流也应按同一比例由满值降至零。各点的相对引用误差应不大于 $\pm 0.5\%$ 。

2.0.5 交流电流、电压变送器输出满值时，交流分量应不大于5mV。

3 三相有功功率、无功功率变送器的校验

3.0.1 三相有功功率、无功功率变送器的校验应在三相电路中进行。在无三相试验设备条件下，校验三相有功功率变送器可用单相法进行。

3.0.2 三相有功功率、无功功率变送器的检验项目，

3.0.2.1 外观检查。

3.0.2.2 绝缘试验。

3.0.2.3 直流稳压电源稳压特性试验。

3.0.2.4 功率因数特性试验。

3.0.2.5 输入交流电压波动试验。

3.0.2.6 线性误差测定（双向传送的变送器还需测反向）。

3.0.2.7 三相负荷不平衡度试验。

3.0.2.8 输出满值电压时的交流分量测定。

3.0.3 三相有功功率、无功功率变送器的外观检查项目按2.0.2进行。

3.0.4 三相有功功率、无功功率变送器绝缘试验项目有：

3.0.4.1 电压输入回路对外壳。

3.0.4.2 各相电流回路对外壳。

3.0.4.3 电压输入回路对各相电流回路。

3.0.4.4 各相电流回路之间。

以上四项用1000V摇表测量，绝缘电阻要求大于10M Ω 。

3.0.4.5 变送器输出回路对外壳。用500V摇表测量，绝缘电阻要求大于10M Ω 。

3.0.5 直流稳压电源的稳压特性试验：

3.0.5.1 直流电压 $U_o(E_o)$ 的稳压精度要求：当输入交流电压变化为 $\pm 15\%$ 时， $U_o(E_o)$ 直流电压的变化应不大于 $\pm 0.15\%$ 。

3.0.5.2 直流电压 $U_o(E_o)$ 的纹波电压应不大于10mV。

3.0.5.3 直流电源的过流保护定值，应调整到厂家的过流保护值。

3.0.5.4 直流电压 $U_o(E_o)$ 稳压特性试验：调节输入交流电压从85V变化到115V，则直流电压 $U_o(E_o)$ 的变化不应超过 $\pm 0.15\%$ 。

3.0.6 功率因数特性试验：三相有功功率变送器 $\cos\varphi$ 由1变至0.5（滞后）、无功功率变送器 $\sin\varphi$ 由1变至0.5时（滞后），

则输出直流电压和电流的误差应小于 $\pm 0.5\%$ 。

3.0.7 三相有功功率、无功功率变送器，当输入交流电压变化 $\pm 10\%$ 时，则输出直流电压和电流的误差应小于 $\pm 0.5\%$ 。

3.0.8 三相有功功率变送器当电流有20%的不平衡度时（ I_A 大于 $1.2I_C$ 或 I_C 大于 $1.2I_A$ ），则输出直流电压和电流的误差应小于 $\pm 0.5\%$ 。

3.0.9 三相有功功率、无功功率变送器线性误差的测定步骤：

3.0.9.1 外观检查和摇完绝缘后，按校验接线图接好线，调交流输入电压为100V。将变送器和数字电压表通电，预热15~30分钟，数字电压表自校合格后，即可调试。

3.0.9.2 按3.0.5要求，调整直流电源输出电位器，使 U_G （ E_G ）直流电压值为产品说明书规定的某一固定值。

3.0.9.3 测功单板满值的调整：三相有功功率变送器应在 $\cos\varphi = 1$ 和三相线电压为100V的情况下进行。三相无功功率变送器应在 $\sin\varphi = 1$ 和三相线电压为100V的情况下进行。

3.0.9.4 当二块单板满值调整好后，观察变送器的线性。如变送器线性误差在 $\pm 0.5\%$ 以内，继续进行下列试验。

3.0.9.5 变送器功率因数的补偿：有功功率变送器在 $\cos\varphi = 0.5$ 、无功功率变送器在 $\sin\varphi = 0.5$ 的情况下，线性误差超过 $\pm 0.5\%$ ，则应进行相位补偿。

3.0.9.6 变送器正向输入功率时线性误差测定。

3.0.9.6.1 有功功率变送器正向输入功率时，线性误差的测定：

a.当三相输入线电压 $U_{AB} = U_{BC} = U_{CA} = 100V$ 时，线性误差应在 $\cos\varphi$ 分别为1、0.866、0.5三种情况下测定。

b.当三相输入线电压 $U_{AB} = U_{BC} = U_{CA} = 90V$ 时，线性误差应在 $\cos\varphi$ 分别为1、0.866、0.5三种情况下测定。

c.当三相输入线电压 $U_{AB} = U_{BC} = U_{CA} = 110V$ 时，线性误差应在 $\cos\varphi$ 分别为1、0.866、0.5三种情况下测定。

d. 三相电流不平衡情况下, 在三相输入线电压为 100V 、 $\cos\varphi = 1$ 时, I_A 大于 $1.2I_C$ 或 I_C 大于 $1.2I_A$ 的情况下测定。

注: 年度校验时 3.0.9.6.1a、b、c 中的 $\cos\varphi = 0.866$ 这一项及 3.0.9.6.1d 可免做。新投入的变送器以上四种情况应全部进行测定。

3.0.9.6.2 无功功率变送器正向输入功率时, 线性误差的测定:

a. 当三相输入线电压 $U_{AB} = U_{BC} = U_{CA} = 100\text{V}$, 线性误差应在 $\sin\varphi$ 分别为 1、0.866、0.5 三种情况下测定。

b. 当三相输入线电压 $U_{AB} = U_{BC} = U_{CA} = 90\text{V}$, 线性误差应在 $\sin\varphi$ 分别为 1、0.866、0.5 三种情况下测定。

c. 当三相输入线电压 $U_{AB} = U_{BC} = U_{CA} = 110\text{V}$, $\sin\varphi$ 分别为 1、0.866、0.5 三种情况下测定。

注: 年度校验时 3.0.9.6.2a、b、c 中的 $\sin\varphi = 0.866$ 这一项免做, 新投入的变送器以上三种情况应全部进行测定。

3.0.9.7 双向应用的功率变送器反向输入功率的线性误差测定:

改变输入变送器交流电流的极性, 重复 3.0.9.6 的各项试验。

3.0.9.8 三相有功功率、无功功率变送器, 输出直流电压满值时的交流分量测定:

在输入三相线电压为 100V 时, 有功功率变送器 $\cos\varphi = 1$ 、无功功率变送器 $\sin\varphi = 1$ 的情况下, 输出满值电压时的纹波电压, 应不大于 5mV 。

3.0.10 在运行中的三相有功功率变送器和无功功率变送器, 严禁调整电位器。

4 功率总加器的校验

4.1 电压相加型功率总加器的校验

4.1.1 YGZ、SZY-B、FZ-15 型电压相加型功率总加器,

是将若干功率模拟信号输入电压进行电压相加后，经放大器输出直流电压和电流的设备。放大器的开环放大倍数为 $1 \times 10^4 \sim 1.5 \times 10^4$ ，闭环放大倍数为 $1 \sim 1.2$ 。

4.1.2 电压相加型功率总加器的线性误差为 $\pm 0.5\%$ 。输出满值电压时的交流分量应不大于 5 mV 。

4.1.3 电压相加型功率总加器输入电阻的计算公式如下：

$$R_{Xn} = \frac{U_{nM} \cdot \sum P_M}{U_{scM} \cdot P_{nM}} \cdot R_f$$

式中： R_{Xn} ——第 n 支路输入电阻；

U_{nM} ——第 n 支路输入满值电压；

$\sum P_M$ ——总加一次满值功率值；

U_{scM} ——总加器满值功率对应输出满值电压；

P_{nM} ——第 n 支路输入一次满值功率；

R_f ——总加器反馈电阻。

4.1.4 电压相加型功率总加器的校验项目：

4.1.4.1 外观检查。

4.1.4.2 绝缘试验。

4.1.4.3 直流稳压电源精度试验。

4.1.4.4 总加器线性误差的测定。

4.1.4.5 输入电阻精度检查。

4.1.5 功率总加器的外观检查按2.0.2进行。

4.1.6 绝缘试验：

交流 220 V 电源回路对外壳，用 1000 V 摇表测量，绝缘电阻应大于 $10 \text{ M}\Omega$ 。输出回路对外壳，用 500 V 摇表测量，绝缘电阻应大于 $10 \text{ M}\Omega$ 。

4.1.7 直流稳压电源精度试验：

当输入交流电压 220 V 变化 $\pm 10\%$ 时，输出直流电压变化应小于 $\pm 0.1\%$ 。输出直流电压满值交流分量应不大于 5 mV 。

4.1.8 总加器线性误差的测定步骤：

4.1.8.1 调整好总加器输出零点。

4.1.8.2 调整好总加器输出满值。

4.1.8.3 总加器线性误差的测定：将各输入电阻的输入端短路，当输入信号电压由零变至满值时，总加器输出电压和电流也应由零按同一比例变至满值。

4.1.9 输入电阻精度的检查：

将非检查的电阻输入端短路并接地，把准备检查的电阻输入端输入直流电压。当输入直流电压由零变至模拟信号电压满值时，则总加器输出电压也应由零变至某一定比例满值。总加器的输出电压可按下式计算：

$$U_{sc} = \frac{R_f}{R_{x_n}} \cdot U_n$$

式中： R_{x_n} ——被检查支路的输入电阻，

U_n ——被检查输入电阻的输入直流电压，

R_f ——反馈电阻。

4.1.10 总加器各输入电阻阻值的精度应为0.1%。在选配输入电阻时，要选择温度系数小的精密电阻。

当某路参加总加的功率变送器取下时，该路输入电阻输入端应采取措施，保证原输入电阻不变，确保总加器精度。

4.2 电流相加型功率总加器的校验

4.2.1 FS-16电流相加型功率总加器是综合各路功率变送器输出的直流电流，通过电阻加法器，取输入电阻两端的压降，作为直流毫伏放大器的输入电压，经放大变为0~5V恒压源输出，该恒压源又经阻抗变换器变成0~1mA直流电流输出。

4.2.2 电流相加型功率总加器的精度：当温度为 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 时，恒压输出精度为 $\pm 0.5\%$ （负载阻抗值，可在 $500\Omega \sim \infty$ 任选），恒流输出精度为 $\pm 0.5\%$ （负载阻抗值，可在 $0 \sim 5\text{k}\Omega$ 任选）。

输出满值电压时的交流分量应不大于5mV。

4.2.3 电流相加型功率总加器输入电阻计算公式：

$$R_{x_n} = 200 \times \frac{P_n - P_{n-1}}{\Sigma P_M}$$

式中: R_{x_n} ——第 n 支路输入电阻;

P_n ——第 n 支路输入功率;

P_{n-1} ——第 n 支路前一支路功率;

ΣP_M ——总加一次满值功率。

式中 n 代表总加器的第几路, $n=1, 2, 3, 4, 5$, 从上式看出, P_n 必须大于 P_{n-1} , 否则 R_{x_n} 将出现负值, 无意义。

4.2.4 电流相加型功率总加器的校验项目见4.1.4。外观检查按2.0.2进行。绝缘试验按4.1.6进行。稳压电源精度按4.1.7要求。

4.2.5 电流相加型功率总加的线性误差测定步骤:

4.2.5.1 调整好总加器输出零点。

4.2.5.2 调整好总加器输出满值。

4.2.5.3 总加器线性误差的测定。当总加器输入电压由200 mV按比例降至零时, 则输出电压和电流也应由满值按同一比例降至零。

4.2.6 电流相加型输入电阻阻值精度检查:将输入直流电压加于被检查的输入电阻时, 其余输入回路均开路。当输入直流电压($U_{scn} = K_P \cdot P_n$)由零调至对应满值功率 P_{nM} 的满值电压时, 则输出直流电压也相应由零变至 U_{scnM} , U_{scnM} 可按下式计算:

$$U_{scnM} = \frac{U_{scM} \cdot M_n \cdot P_{nM}}{\Sigma P_M}$$

式中: U_{scM} ——总加器输出满值电压;

M_n ——第 n 支路接入相同机组容量的台数;

P_{nM} ——被检查输入电阻相对应的机组满值功率;

U_{scnM} ——与 M_n 个 P_{nM} 被测功率相对应总加器应输出的满值电压;

ΣP_M ——总加一次满值功率。