



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1559—2016

变频电量分析仪校准规范

Calibration Specification of Variable Frequency
Electric Quantity Analyzer

2016-03-03 发布

2016-06-03 实施



国家质量监督检验检疫总局 发布

JJF 1559—2016

变频电量分析仪校准规范

Calibration Specification of Variable
Frequency Electric Quantity Analyzer

JJF 1559—2016

归 回 单 位：全国电磁计量技术委员会

主要起草单位：湖南省计量检测研究院

浙江省计量科学研究院

参加起草单位：湖南银河电气有限公司

本规范委托全国电磁计量技术委员会负责解释。

本规范主要起草人：

吴双双（湖南省计量检测研究院）

王有贵（湖南省计量检测研究院）

刘 翔（湘潭）

陈伟文（湖南银柯电气有限公司）

目 录

引言	1
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语和定义	1
4 计量特性	1
4.1 电压	1
4.2 电流	1
4.3 相位	1
4.4 功率	1
5 校准条件	2
5.1 环境条件	2
5.2 测量标准及其他设备	2

4.4 功率

测量范围：10 mW~3 000 kW

最大允许误差：±(0.05%~2%)

注：以上指标不是用于合格性判别，仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

分析仪校准条件见表 1。

表 1 校准条件

影响量	参比值及允许偏差值
环境温度	20.0±2.0℃
相对湿度	50%±20%
交流电源电压	220 V±2% V
交流电源频率	50 Hz±0.1 Hz
机械振动及磁场	无影响

5.2 测量标准及其他设备

标准装置的扩展不确定度应小于被校分析仪最大允许误差绝对值的 1/3，且装置的测量范围应覆盖被校分析仪的电压、电流、频率范围；标准源或信号源的输出稳定度(3 min)应不大于被校分析仪最大允许误差绝对值的 1/10；标准源或信号源的调节细度应不大于被校分析仪最大允许误差绝对值的 1/10；测量标准及配套设备：

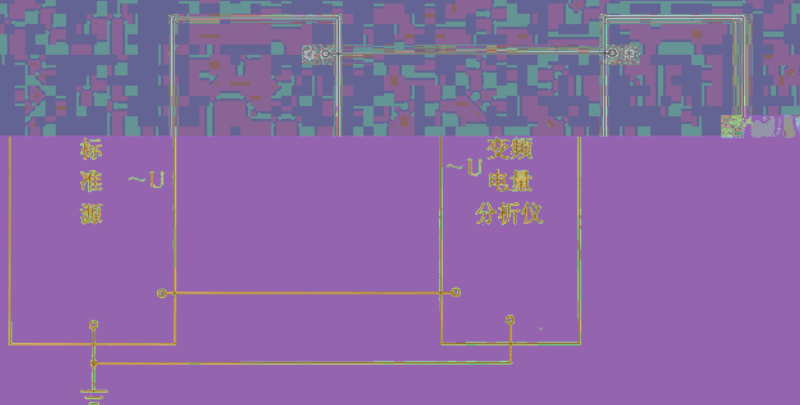


图2 标准源法电压校准接线图

b) 调节标准源的电压、频率输出至校准点，读取标准源的电压输出值 U_s 和被校分析仪电压显示值 U_x ，则被校分析仪电压示值绝对误差 Δ_U 按式 (1) 计算。

$$\Delta_U = U_x - U_s \quad (1)$$

相对误差 γ_U 按式 (2) 计算。

$$\gamma_U = \frac{U_x - U_s}{U_s} \times 100\% \quad (2)$$

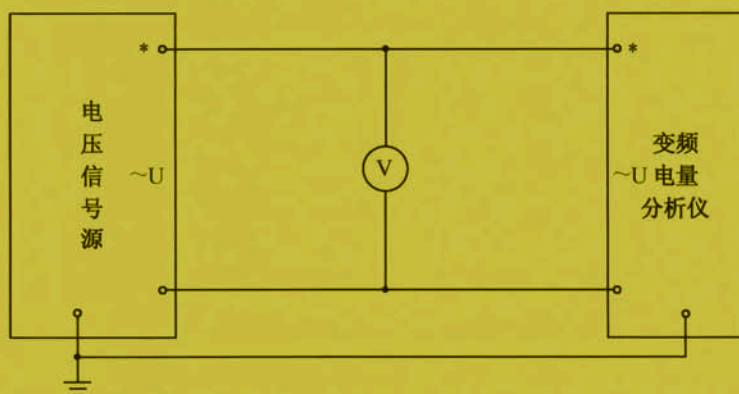
式中：

U_x ——分析仪电压测量显示值，V；

U_s ——电压标准值，V。

6.2.3 标准表法

a) 校准点电压在标准电压表量程范围内时，校准接线如图3所示。调节电压信号源的电压、频率输出至校准点，读取标准电压表示值 U_s 和被校分析仪示值 U_x ，则被校分析仪电压示值误差按式 (1) 或式 (2) 进行计算。



V—标准电压表

图3 标准表法电压校准接线图

b) 校准点电压超出标准电压表量程时，采用分压器或电压互感器扩展标准电压表量程的校准接线如图4所示。调节信号源的电压、频率输出至校准点，读取标准电压表示值 U_s 和被校分析仪电压示值 U_x ，则被校分析仪电压示值绝对误差 Δ_U 按式 (3) 计算。

$$\Delta_U = U_x - K_U U_S \quad (3)$$

相对误差 γ 按式 (4) 计算。

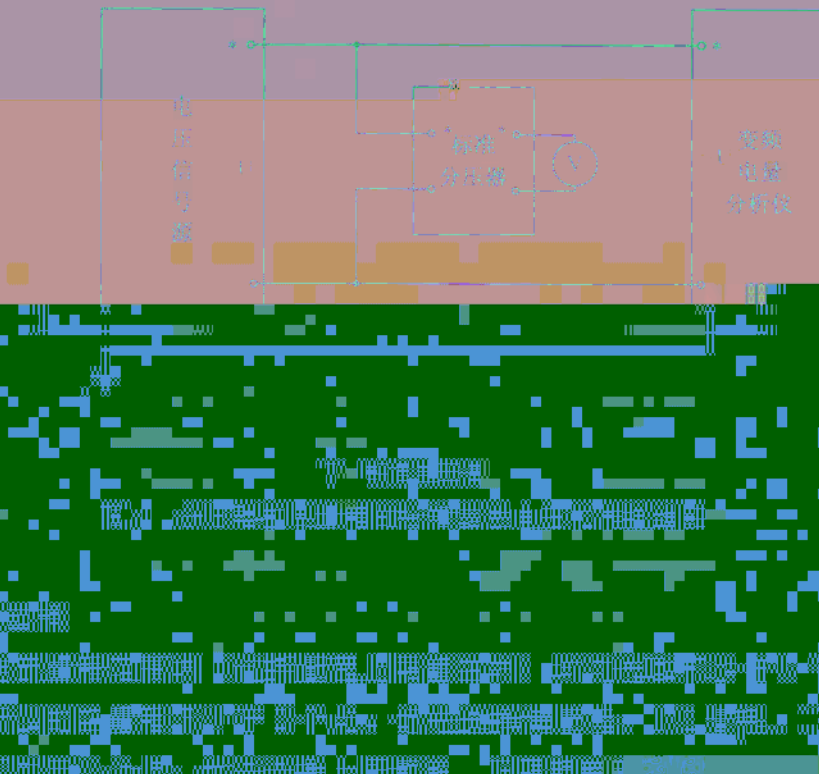
$$\gamma = \frac{U_x - K_U U_S}{K_U U_S} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

U_x ——分析仪电压测量显示值，V；

K_U ——标准分压器的分压比，V/V；

U_S ——标准电压表读数，V。



b) 调节标准源的电流、频率输出至校准点, 读取标准源输出电流值 I_s 和被校分析仪电流示值 I_x , 则被校分析仪电流示值绝对误差 Δ_I 按式 (5) 计算。

$$\Delta_I = I_x - I_s \quad (5)$$

相对误差 γ_I 按式 (6) 计算。

$$\gamma_I = \frac{I_x - I_s}{I_s} \times 100\% \quad (6)$$

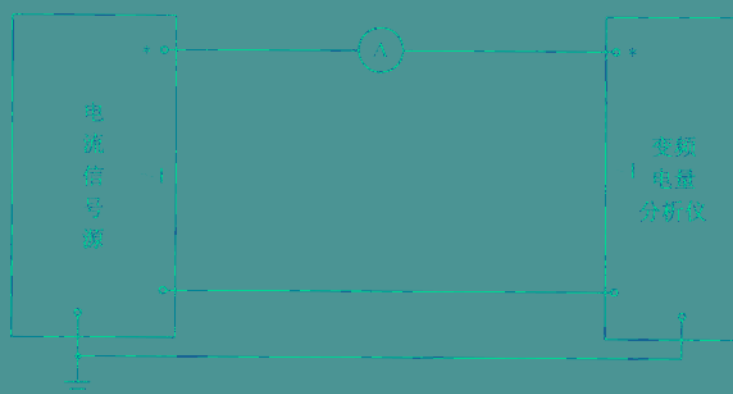
式中:

I_x ——分析仪电流测量显示值, A;

I_s ——电流标准源值, A。

6.3.3 标准表法

a) 校准点电流在标准电流表量程范围内时, 校准接线如图 6 所示。调节信号源的电流、频率输出至校准点, 读取标准电流表示值 I_s 和被校分析仪电流示值 I_x , 则被校分析仪电流示值误差按式 (5)、式 (6) 进行计算。



A—标准电流表

图 6 标准表法电流校准接线图

b) 校准点超出标准电流表量程时, 采用分流器或电流互感器扩展标准电流表量程的校准接线如图 7 所示。调节信号源的电流、频率输出至校准点, 读取标准表示值为 A_s 和被校分析仪电流示值 I_x , 则被校分析仪电流示值绝对误差按式 (7) 计算。

$$\Delta_I = I_x - K_I A_s \quad (7)$$

相对误差 γ_I 按式 (8) 计算。

$$\gamma_I = \frac{I_x - K_I A_s}{K_I A_s} \times 100\% \quad (8)$$

式中:

I_x ——分析仪电流测量显示值, A;

K_I ——标准分流器的分流比值: A/V、A/A;

A_s ——标准分流器输出值: V、A。



a) 电阻分流器扩展量程



b) 电流互感器扩展量程

V—标准电压表；A—标准电流表

图7 分流器扩展量程的标准表法电流校准接线图

6.4 相位

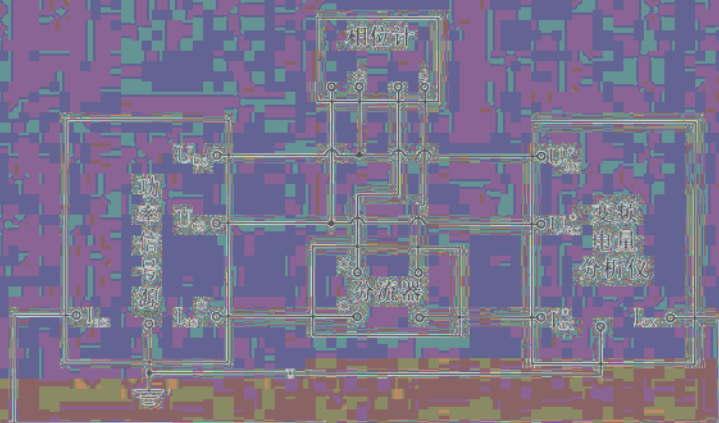
6.4.1 校准点的选择

分析仪相位校准在分析仪电压、电流最小量程上限或者根据用户需求量程进行。电压、电流信号频率是频率分析仪额定工作频率范围内不少于5个频率点，电压和电流的相位差在 0° 、 60° 、 90° 、 180° 、 240° 、 270° 中选择不少于3个点。

JJG 1559—2016

标准来源	标准量	标准量

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



三相功率校准装置原理框图

图9 (续)

6.5 功率

6.5.1 校准点的选择

功率校准点按以下选择进行组合：

- a) 电压在量程范围内选取不少于5个点（包含量程上限、1/2量程）；多量程至少选择包括最大量程、最小量程在内的3个量程，每量程不少于2个点。
- b) 电流在量程范围内选取不少于5个点（包含量程上限、1/2量程）；多量程至少选择包括最大量程、最小量程在内的3个量程，每量程不少于2个点。
- c) 在工作频率范围内选取不少于3个点（包含频率上限、频率下限、参考频率或典型频率）。
- d) 功率因数不少于2个点，优先在0.05（L）、0.05（C）、0.2（L）、0.2（C）、1.0中选择。
- e) 校准点也可按照用户需求进行选择。

6.5.2 标准源法

a) 单相校准接线与图8相同，三相校准接线如图40所示，被校分析仪是三相三线制时，零线（N）不连接。

b) 按校准点设置标准源的电压、电流、频率和功率因数输出。

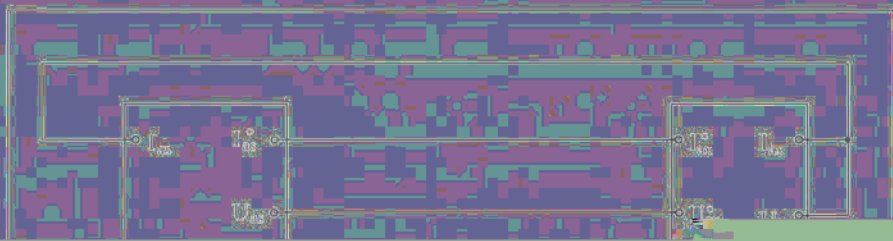


图1 测量原理示意图

由图1可知, 被检分析仪接入三相三线制系统, 接入点为图1中虚线所示位置。

被检分析仪以图1左侧的电压、电流、功率和功率因数端为输入, 被检分析仪显示

在显示屏上, 被检分析仪功率表示值 P 按式(1)计算, 功率因数按式(2)计算。

功率因数按式(3)计算。

功率因数按式(4)计算。

功率因数按式(5)计算。

功率因数按式(6)计算。

功率因数按式(7)计算。

功率因数按式(8)计算。

功率因数按式(9)计算。

功率因数按式(10)计算。

功率因数按式(11)计算。

功率因数按式(12)计算。

功率因数按式(13)计算。

功率因数按式(14)计算。

功率因数按式(15)计算。

功率因数按式(16)计算。

功率因数按式(17)计算。

功率因数按式(18)计算。

功率因数按式(19)计算。

功率因数按式(20)计算。

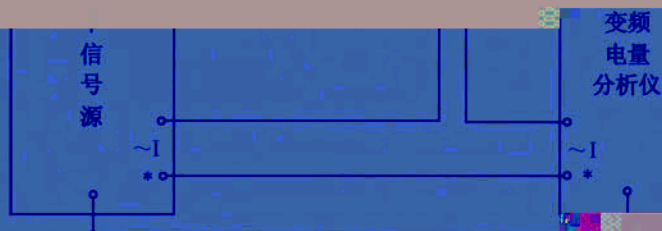


图2 变频电量分析仪测量原理示意图

由图2可知, 变频电量分析仪接入三相三线制系统, 接入点为图2中虚线所示位置。

变频电量分析仪以图2左侧的电压、电流、功率和功率因数端为输入, 变频电量分析仪显示

在显示屏上, 变频电量分析仪功率表示值 P 按式(21)计算, 功率因数按式(22)计算。

功率因数按式(23)计算。



图 2

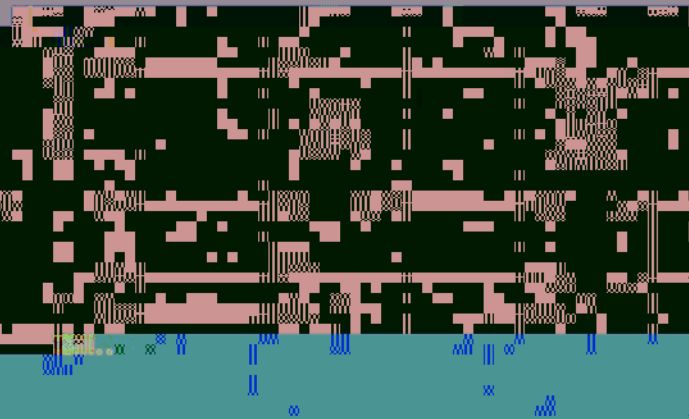


图 3 变电站
系统接线图

变电站接线图

图 3

变电站接线图

变电站接线图

图 3

图 3

变电站接线图

变电站接线图

变电站接线图

变电站接线图



图 4 变电站系统接线图

附录 A

变频电量分析仪功率测量结果的不确定度评定示例

本示例采用标准源法对变频电量分析仪（以下称分析仪）功率进行校准，并对功率测量结果的不确定度进行评定。以一台标称 0.2% 的功率分析仪，在 1 000 V、5 A、20 Hz，功率因数 1.0 的测量为例来评定测量不确定度。

A.1 测量原理

采用标准源法进行校准，标准源选用标准功率源 6 100 B。设置标准功率源的功率输出 P_s ，稳定后读取被校分析仪的示值 P_x 。

A.2 测量模型

待测分析仪的功率测量结果可表示为

$$P_x = P_s + \Delta_P \quad (\text{A.1})$$

考虑到待测分析仪分辨力的影响、引线分布参数以及参考标准的标准功率源的年稳定性对测量结果的影响，测量模型成为

$$P_x = P_s + \Delta_P + \delta P_w + \delta P_x \quad (\text{A.2})$$

式中：

P_x ——被校分析仪的功率示值；

P_s ——标准功率源输出值，即校准中所用参考标准；

Δ_P ——功率测量示值误差；

δP_x ——分析仪分辨力对测量结果的影响；

δP_w ——测量线路、电磁场、供电电源等对测量结果的影响。

A.3 测量不确定度分量

$$u(\Delta_P) = 0.000 5 \text{ kW}$$

(3) 被校分析仪分辨率带来的影响, δP_{ix}

采用 B 类方法进行评定, 被校分析仪在 5 kW 时的分辨率为 0.001 kW, 因此每个读数可能包含的误差在 $\pm 0.000 5 \text{ kW}$ 范围内, 可以认为在该范围内满足均匀分布, 引入的标准不确定度分量为

$$u(\delta P_{ix}) = \frac{0.000 5 \text{ kW}}{\sqrt{3}} = 0.000 29 \text{ kW}$$

(4) 测量线路等因素对功率测量的影响 δP_w

测量线路误差由功率表说明书给出, 为

$$\pm 0.000 12 \text{ kW} \pm 0.000 12 \text{ kW}$$

由功率表说明书可知, 功率表在 5 kW 时, 功率表误差为 $\pm 0.000 12 \text{ kW}$, 功率表误差在 $\pm 0.000 12 \text{ kW}$ 范围内, 可以认为在该范围内满足均匀分布, 引入的标准不确定度分量为 $0.000 12 \text{ kW}$ 。功率表误差与功率表分辨力引入的不确定度分量之间没有任何值得考虑的相关性。

A.5 不确定度核算

表 A.1 不确定度分量汇总表

量	估计值/kW	不确定度/kW	分布	自由度	不确定度分量/kW
P_x	5.000 0	0.000 8	正态	1	0.000 89
Δ_P	0.002 5	0.000 5	均匀	1	0.000 5
δP_w	0	0.000 12	均匀	1	0.000 12

A.6 合成标准不确定度

$$u_c(P_x) = 0.000 9 \text{ kW}$$

扩展不确定度取 0.002 kW , $k=2$ 。

■ 表 A.1 的测量结果为 5.003 kW

变频电量分析仪原始记录

第 2 页共 2 页

4. 功率

设定值				标准值 /W	示值 /W	示值误差 /W	测量不确定度 (k=2)
电压/V	电流/A	频率/Hz	功率因数				

校准人员：

核验人员：

校准日期：

附录 C

校准证书内页格式(第 2 页)

证书编号××××××-××××

校准机构授权说明

校准环境条件及地点:

温度	℃	地点	
相对湿度	%	其他	

校准所依据的技术文件(代号、名称):

校准所使用的主要测量标准:

名称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	校准/校准 证书编号

注:

1. ×××××仅对加盖“×××××校准专用章”的完整证书负责。
2. 本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。
3. 未经实验室书面批准,不得部分复印证书。

第×页共×页

附录 D

校准证书校准结果页格式(第 3 页)

证书编号××××××××-××××××

校准结果

1. 电压

量程	频率/Hz	标准值/V	示值/V	示值误差/V	测量不确定度 ($k=2$)

2. 电流

量程	频率/Hz	标准值/A	示值/A	示值误差/A	测量不确定度 ($k=2$)

第 3 页 共 3 页

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 中国合格评定国家认可委员会

国家计量技术规范

减量电量分析仪校准规范

JJF 1559—2016

国家质量监督检验检疫总局发布

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
国家认证认可监督管理委员会
批准发布

网址: www.spc.niwa.gov.cn

中国合格评定国家认可委员会
网址: www.cnas.org.cn