

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 126—2022

工频交流电量测量变送器

Power Frequency A. C. Electrical Quantities Measuring Transducers

市场监管总局

2022-09-26 发布

2023-03-26 实施

国家市场监督管理总局 发布

工频交流电量测量变送器 检定规程

Verification Regulation of
Power Frequency A. C. Electrical Quantities
Measuring Transducers

JJG 126—2022
代替 JJG 126—1995

归口单位：全国电磁计量技术委员会

主要起草单位：天津市计量监督检测科学研究院

天津市计量监督检测科学研究院电子仪表实验所

参加起草单位：国网天津市电力公司

新疆维吾尔自治区计量测试研究院

本规程委托全国电磁计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

张一萌（天津市计量监督检测科学研究院）

刘 宇（天津市计量监督检测科学研究院电子仪表实验所）

郭景涛（天津市计量监督检测科学研究院）

参加起草人：

赵新明（天津市计量监督检测科学研究院）

李 野（国网天津市电力公司）

倪大志（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

王晓文（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

市场监管总局

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量性能要求	(2)
5.1 基本误差	(2)
5.2 不平衡电流引起的功率变送器引用误差改变量	(2)
5.3 自热影响	(2)
5.4 纹波含量	(2)
5.5 允许误差改变量	(2)
5.6 响应时间	(3)
6 通用技术要求	(3)
6.1 外观	(3)
6.2 工频耐压试验和绝缘电阻试验	(3)
7 计量器具控制	(3)
7.1 检定条件	(3)
7.2 检定项目	(6)
7.3 检定方法	(6)
7.4 检定结果的处理	(19)
7.5 检定周期	(19)
附录 A 变送器理论输出值计算公式	(20)
附录 B 检定原始记录格式	(21)
附录 C 检定证书/检定结果通知书内页格式 (第 2 页)	(27)
附录 D 检定证书/检定结果通知书检定结果页式样 (第 3 页)	(28)

引 言

JJF 1002—2010《国家计量检定规程编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规程制修订工作的基础性系列规范。

本规程依据 IEC 60688:2012《将交流电量和直流电量转换为模拟量或数字信号的电测量变送器》进行修订。本规程代替 JJG 126—1995《交流电量变换为直流电量电工测量变送器》。

本规程与 JJG 126—1995 相比，除编辑性修改外，主要技术性变化如下：

——规程名称由《交流电量变换为直流电量电工测量变送器》改为《工频交流电量测量变送器》，适用的频率范围规定为（45~65）Hz；

——适用范围扩大到输出量为直流模拟信号或数字信号的测量变送器；

——三相有功功率变送器和无功功率变送器使用三相标准功率表进行检定；

——增加使用标准功率源的检定方法；

——删除附加 B 相电流式不平衡无功功率变送器、交叉电流式不平衡无功功率变送器和 90°移相原理的不平衡无功功率变送器的检定方法。

本规程的历次版本发布情况：

——JJG 126—1995。

工频交流电量测量变送器检定规程

1 范围

本规程适用于在（45~65）Hz 频率范围内，将交流电参量变换为直流模拟信号或数字信号的测量变送器的首次检定、后续检定和使用中检查。

2 引用文件

本规程引用了下列文件：

JJF 1094 测量仪器特性评定

GB/T 13850—1998 交流电量转换为模拟量或数字信号的电测量变送器

GB/T 17215.352—2009 交流电测量设备 特殊要求 第 52 部分：符号

IEC 60050-300：2001 国际电工词汇 电气和电子测量和测量仪器（International electrotechnical vocabulary—Electrical and electronic measurements and measuring instruments）

IEC 60688：2012 将交流电量和直流电量转换为模拟量或数字信号的电测量变送器（Electrical measuring transducers for converting A. C. and D. C. electrical quantities to analogue or digital signals）

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

3 术语和计量单位

3.1 工频交流电量测量变送器 power frequency A. C. electrical quantities measuring transducer

将交流电压、交流电流、有功功率、无功功率、频率、相位角、功率因数等工频交流电参量，变换为直流模拟信号或数字信号的测量变送器。

3.2 响应时间 response time

从施加按规定变化的被测量的瞬间，到输出信号达到并保持在最终稳定值或以此值为中心的规定范围内的时间。

4 概述

工频交流电量测量变送器（以下简称变送器），是一种将被测交流电量（电压、电流、有功功率、无功功率、频率、相位、功率因数等）转换成直流模拟信号或数字信号的装置。它一般由信号采集电路、信号处理和转换电路以及信号输出电路三部分组成。变送器的原理示意图如图 1 所示。

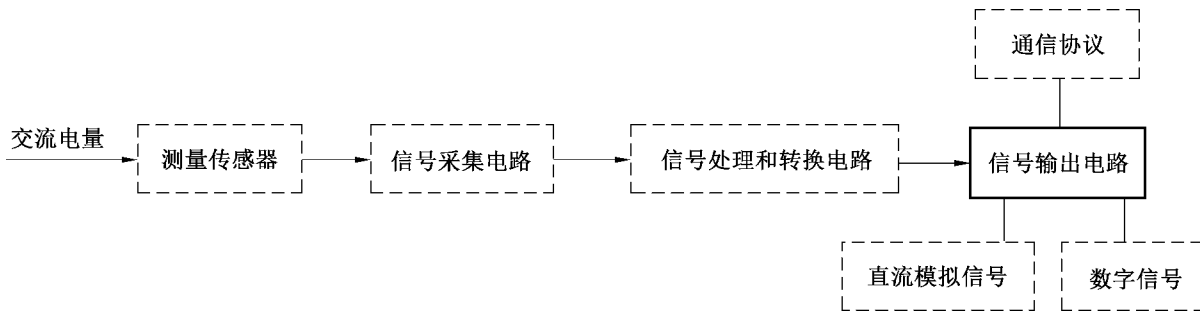


图 1 变送器原理示意图

5 计量性能要求

5.1 基本误差

基本误差不应超过表 1 规定的最大允许误差。

表 1 以引用误差表示的最大允许误差和准确度等级的关系

变送器的准确度等级	0.1 级	0.2 级	0.5 级	1.0 级
最大允许误差	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 1.0\%$

5.2 不平衡电流引起的功率变送器引用误差改变量

不平衡电流引起的功率变送器引用误差改变量，不应超过最大允许误差的 100%。此条件不适用三相电量用单元件变送器。

5.3 自热影响

在检定温度下，被检变送器不通电放置至少 4 h。被检变送器通电施加输入标称量后，在 (1~3) min 和 (30~35) min 之间两次输出量的误差，应不超过最大允许误差的 100%。

5.4 纹波含量

当变送器输出为直流模拟信号时，纹波含量不应超过变送器最大允许误差的两倍。

5.5 允许误差改变量

变送器在表 3 和表 4 中给定的条件下，当一个影响量按照检定条件改变并以规定的检定方法检定时，以基本误差表示的改变量不应超过表 2 的规定。

表 2 修理后和新安装变送器标称使用范围和允许误差改变量

影响量	标称使用范围（另有标志除外）		允许误差改变量
	室内用变送器	室外用变送器	
输入电压（电压、电流变送器除外）	标称电压的 90%~110%	标称电压的 80%~120%	50% MPE
输入电流（对相位角和功率因数变送器）	标称电流的 20%~120%		100% MPE

表 2 (续)

影响量	标称使用范围 (另有标志除外)		允许误差改变量
	室内用变送器	室外用变送器	
功率因数 (有功和无功功率变送器)	$\cos(\sin) \varphi = 0.5 \sim 1 \sim 0.5$	$\cos(\sin) \varphi = 0.5 \sim 1 \sim 0.5$	50% MPE
测量元件之间的相互作用	仅一个测量元件的电压线路通电		50% MPE

5.6 响应时间

当变送器输出为直流模拟信号时, 响应时间不应大于 400 ms。

6 通用技术要求

6.1 外观

外壳无损坏破裂, 外露部件无松动, 内部电路不得外露。铭牌信息应包括产品名称、制造厂名、出厂编号、型号、准确度等级等。应有完整的接线图或使用说明书, 输出为数字信号的变送器还应提供配套的显示设备或软件。

6.2 工频耐压试验和绝缘电阻试验

6.2.1 试验电压施加于变送器的各输入端 (并联) 和外壳之间; 所有输入端子 (并联) 与所有输出端子 (并联) 之间; 各输入线路端子组之间。

6.2.2 在参比条件下, 首次检定和修理后检定的变送器应承受 50 Hz (或 60 Hz) 正弦波 2 kV 有效值电压、历时 1 min 的工频耐压试验。同时测量泄漏电流, 其值应不大于 5 mA。

6.2.3 绝缘电阻不应低于 20 MΩ, 测量时所用绝缘电阻测试仪或兆欧表的额定电压为 1 kV。对于工作电压低于 50 V 的辅助电路, 额定电压为 500 V。

7 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定和使用中检查。

7.1 检定条件

7.1.1 环境条件

影响量的检定条件和误差不应超过表 3 中的规定。

表 3 影响量的检定条件和允许偏差

影响量		参比条件 (另有标志除外)		检定允许偏差 (适用于单一参比值) ^①
环境温度		20 °C		±1 °C
被测量频率	非频敏变送器	(45~65) Hz	额定值	如标志参比频率, 允许偏差为参比值的 ±2% 或标称使用范围的 ±1/10 (二者取较小值)
	频敏变送器 (如移向器)	标志参比频率		±0.1%

表 3 (续)

影响量		参比条件 (另有标志除外)	检定允许偏差 (适用于单一参比值) ^①
位置		任意	——
被测量波形		正弦	畸变因数不应超过以百分数表示的等级数 (生产商另有规定除外)
输出负载	固定输出负载变送器	额定值 ^②	±1%
	可变输出负载变送器	额定范围的平均值 ^②	
辅助电源	交流电压	额定值	±2%
	直流电压	额定值	±1%
	频率	额定值	±1%
	畸变因数	≤0.05	——
外部磁场		全无	直流~65 Hz, 40 A/m 任一方向 ^③
注: ① 当标志参比范围时, 不允许超过标志的参比范围。 ② 对于带固定负载的变送器应为所带的实际负载值。 ③ 40 A/m 接近地磁场强度的最高值。			

7.1.2 参比条件

与检定有关的参比条件, 不应超过表 4 中的规定。

表 4 与检定有关的参比条件

被检定参量	参 比 条 件		
	电 压	电 流	功率因数 (有功和无功功率)
有功功率	标称电压的 ±2%	标称电流或参比范围上限以下的任意电流	室内 $\cos\varphi=0.8$ (滞后)~ 1~0.8 (超前) 室外 $\cos\varphi=0.5$ (滞后)~ 1~0.5 (超前)
无功功率	标称电压的 ±2%	标称电流或参比范围上限以下的任意电流	室内 $\cos\varphi=0.8$ (滞后)~ 1~0.8 (超前) 室外 $\cos\varphi=0.5$ (滞后)~ 1~0.5 (超前)
相角或功率因数	标称电压的 ±2%	参比范围内任意电流, 如无标志参比范围, 是标称电流的 40%~100%	

表 4 (续)

被检定参量	参 比 条 件		
	电 压	电 流	功率因数 (有功和无功功率)
频率	标称电压的±2%或 参比范围的任意电压		
三相电量	对称电压 ^①	对称电流 ^{①②}	

注：^①三相对称系统中每个线电压（或相电压）与其平均值之差不大于1%；每相电流与其平均值之差不应大于1%。按下式确定各相电压（电流）对三相电压（各相电流）平均值的相对误差：

$$\delta = \left| \frac{x_i - x_p}{x_p} \right| \times 100\%$$

式中：
 x_i ——任一相（线）电压（电流）， $i=1, 2, 3$ ；
 x_p ——各相（线）电压（电流）的平均值，即

$$x_p = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}$$

^②各相电流与相应的电压（星接、相对中线）间相位差不应大于2°，
 $\varphi_a = \langle U_1, I_1 \rangle$, $\varphi_b = \langle U_2, I_2 \rangle$, $\varphi_c = \langle U_3, I_3 \rangle$

式中：
 φ_a —— U_1 与 I_1 间相位差；
 φ_b —— U_2 与 I_2 间相位差；
 φ_c —— U_3 与 I_3 间相位差。

7.1.3 所使用的计量标准器

7.1.3.1 检定所使用标准器的准确度等级应符合表 5 的要求。

7.1.3.2 直流数字标准表的电压输入电阻不应小于 10 MΩ。

7.1.3.3 直流数字标准表的输入偏置电流不应大于 1 nA。

7.1.3.4 标准表允许使用标准电压和标准电流互感器以扩展标准表的电压和电流量限。使用的互感器准确度等级应为变送器最大允许误差的 1/10。

7.1.3.5 功率源输出功率应能够提供给变送器在电压和电流量程所消耗的功率值。

7.1.3.6 功率源电压与相应电流之间的相位差，应能够在±180°之间调节，其调节细度应小于 0.1°，所引起被调输出电压或电流的幅度变化量不应超过±1.5%。

7.1.3.7 检定时，输出负载应满足表 3 和表 4 规定条件，可提供使用者调整使用的变送器，按厂家要求预调零位（非稳零），辅助电源预热工作回路不预热。4 h 后在额定负载下预热 30 min。

7.1.3.8 耐电压测试仪准确度等级不低于 5 级，试验电压为正弦波，输出电压不低于 2 kV。

7.1.3.9 绝缘电阻表准确度等级不低于 10 级，额定电压不低于 1 kV。

7.1.3.10 示波器带宽大于或等于 20 MHz，垂直偏转系数范围不小于 5 mV/div~5 V/div。

7.1.3.11 负载电阻的阻值和功率应符合产品说明书的要求。

表 5 检定所使用的标准器

变送器准确度等级	0.1 级	0.2 级	0.5 级	1.0 级
标准功率源准确度等级	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
交流标准表 ^① 准确度等级	0.02 级	0.02 级	0.05 级	0.1 级
直流数字标准表 ^② 准确度等级	0.01 级	0.02 级	0.05 级	0.1 级
功率源交流功率稳定度/(%/3min)	0.01	0.02	0.05	0.1
注：① 交流标准表即交流标准电压表、交流标准电流表、交流标准功率表。 ② 直流数字标准表即直流数字电压表、直流数字电流表。				

7.2 检定项目

变送器的检定项目见表 6。

表 6 检定项目一览表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
外观检查	+	+	-
绝缘电阻试验	+	-	-
工频电压试验	+	-	-
基本误差	+	+	+
不平衡电流引起的功率变送器引用误差改变量	+	-	-
纹波含量	+	+	-
自热影响	+	-	-
响应时间	+	-	-
允许误差改变量	+	-	-
注： 1. 符号“+”表示需要检定，符号“-”表示不需要检定。 2. 修理后的检定按首次检定进行。			

7.3 检定方法

7.3.1 外观检查

目测检查变送器是否符合 6.1 要求。

7.3.2 基本误差

检定时由最大检定点向最小检定点顺序检定，每个检定点至少测量两次，取两次测量的平均值作为测量结果。各检定点误差的最大值作为变送器的基本误差。对于具有多种输出信号的变送器，应分别对每种输出信号进行检定，取不同输出信号误差的最大

值，作为变送器的基本误差。检定点基本误差按照公式（1）或公式（2）计算。

7.3.2.1 当变送器的输出为直流模拟信号（电压或电流）时，各检定点误差以引用误差的形式表示：

$$\gamma_a = \frac{B_{xa} - B_{ra}}{A_{fa}} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

- γ_a ——被检定直流模拟信号输出变送器的引用误差；
- B_{xa} ——被检定直流模拟信号输出变送器的输出值，mA 或 V；
- B_{ra} ——被检定直流模拟信号输出变送器的理论输出值（理论输出值计算公式见附录 A），mA 或 V；
- A_{fa} ——被检定直流模拟信号输出变送器的输出引用值（通常为变送器直流模拟信号输出的量程），mA 或 V。

7.3.2.2 当变送器的输出为数字信号，并通过显示设备显示与输入量为同一参量时，各检定点误差以引用误差的形式表示：

$$\gamma_d = \frac{B_{xd} - B_{rd}}{A_{fd}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

- γ_d ——被检定数字信号输出变送器的引用误差；
- B_{xd} ——被检定数字信号输出变送器在显示设备显示的测量值；
- B_{rd} ——施加至被检定数字信号输出变送器输入信号的标准值；
- A_{fd} ——被检定数字信号输出变送器的输出引用值（通常为变送器的量程）。

7.3.2.3 电压变送器

检定电压变送器时，检定点按表 7 选择。

表 7 被检电压变送器检定点选择

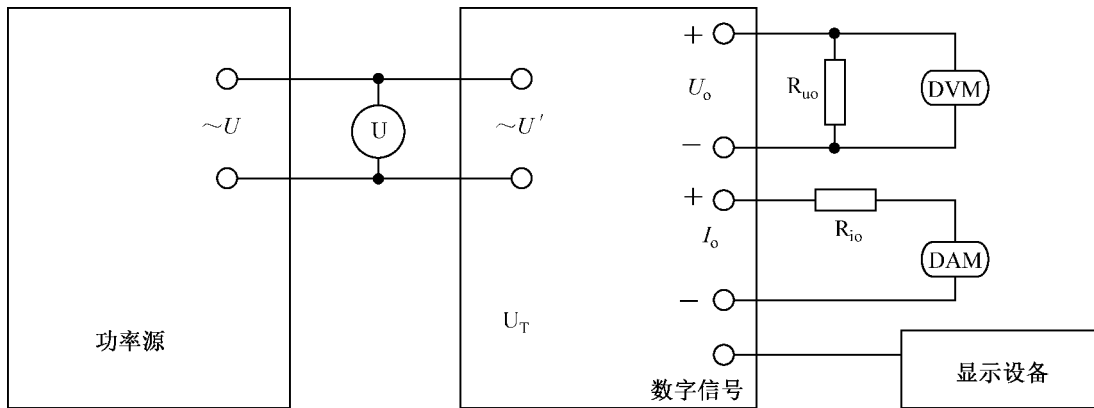
被检电压量程检定点	$100\%U_b$	$80\%U_b$	$60\%U_b$	$40\%U_b$	$20\%U_b$	0
注： U_b 为电压变送器的标称电压。						

a) 采用交流标准电压表检定

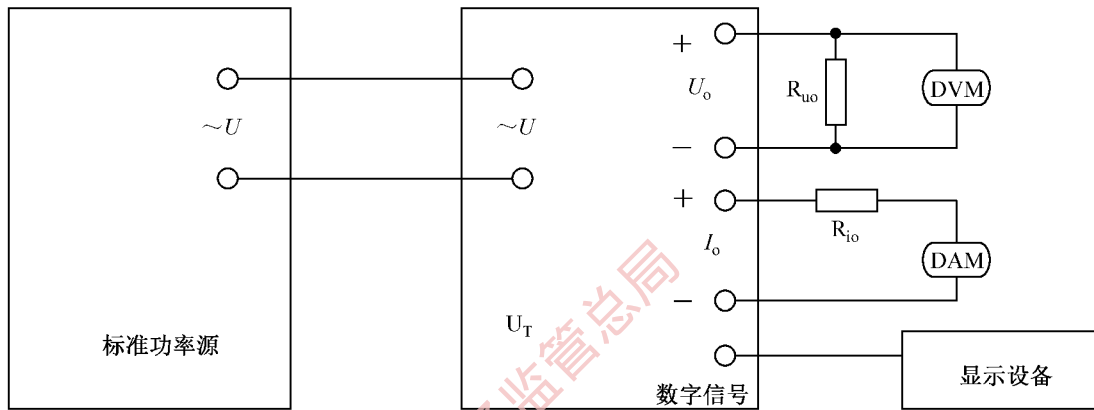
按图 2（a）接线。U 为交流标准电压表。

b) 采用标准功率源检定

按图 2（b）接线。



(a) 采用交流标准电压表检定接线图



(b) 采用标准功率源检定接线图

图 2 电压互感器检定接线图

注：

1. DVM 为标准直流数字电压表；DAM 为标准直流数字电流表；显示设备是将数字信号转换为与输入量为同种量并显示出来的辅助设备。
2. U_T 为被检电压互感器； R_{uo} 为互感器电压负载电阻； R_{io} 为互感器电流负载电阻。

7.3.2.4 电流互感器

检定电流互感器时，检定点按表 8 选择。

表 8 被检电流互感器检定点选择

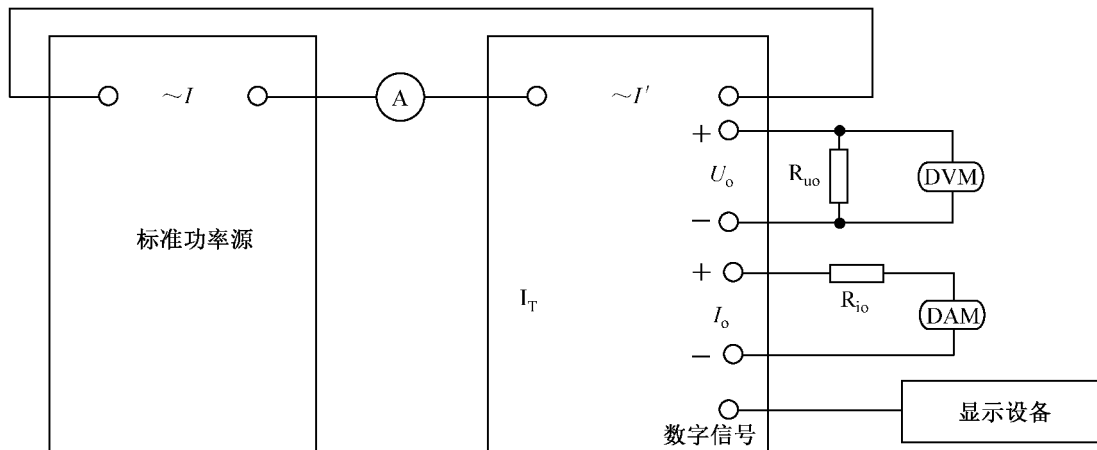
被检电流量程检定点	$100\%I_b$	$80\%I_b$	$60\%I_b$	$40\%I_b$	$20\%I_b$	0
注： I_b 为电流互感器的标称电流。						

a) 采用交流标准电流表检定

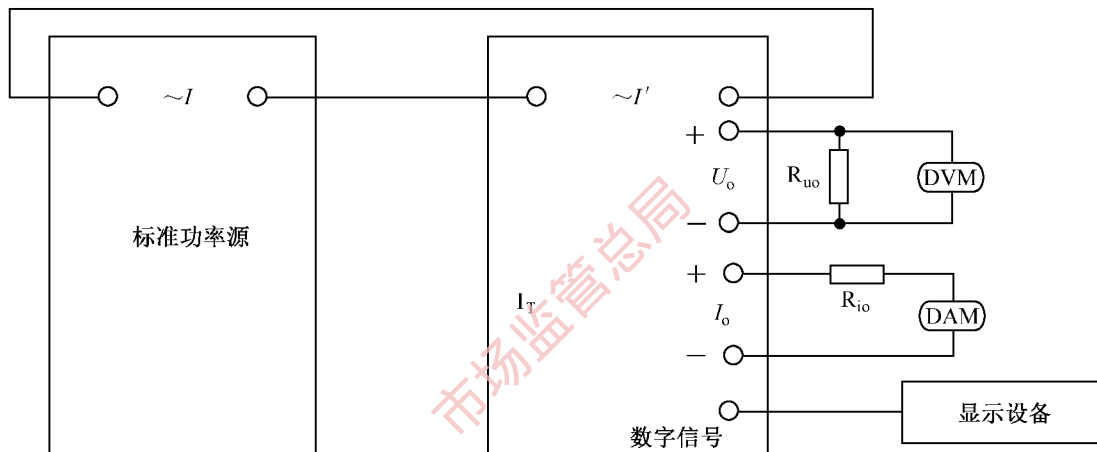
将标准功率源、标准电流表与被检互感器按图 3 (a) 接线。

b) 采用标准功率源检定

将标准功率源与被检互感器按图 3 (b) 接线。



(a) 采用交流标准电流表检定接线图



(b) 采用标准功率源检定接线图

图 3 电流互感器检定接线图

注： I_T 为被检电流互感器；A为标准交流电流表。

7.3.2.5 有功功率变送器

检定时，对电压输入端施加标称电压值，通过调节电流输入端电流改变检定点。检定点按表 9 选择。三相对称电压及每相电压和相应相电流之间的相位差应符合表 4 的规定。

a) 单相有功功率变送器

1) 采用单相交流标准功率表检定

将标准功率源、标准功率表与被检变送器按图 4 (a) 接线。

2) 采用单相标准功率源检定

将标准功率源与被检变送器按图 4 (b) 接线。

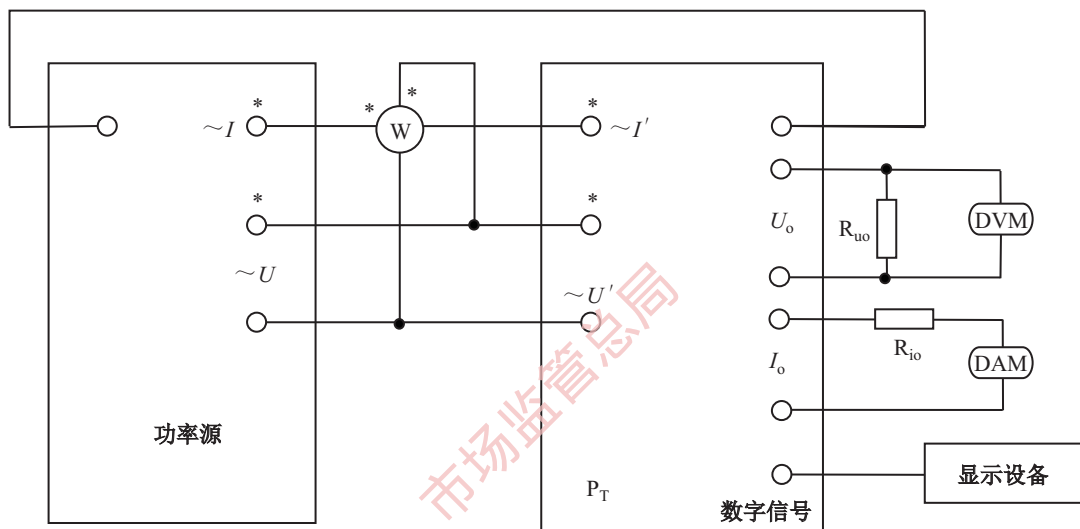
注： P_T 为被检单相有功功率变送器；W为标准功率表。

对于双向输出的单相有功功率变送器，还应检定其反向输出时的基本误差。

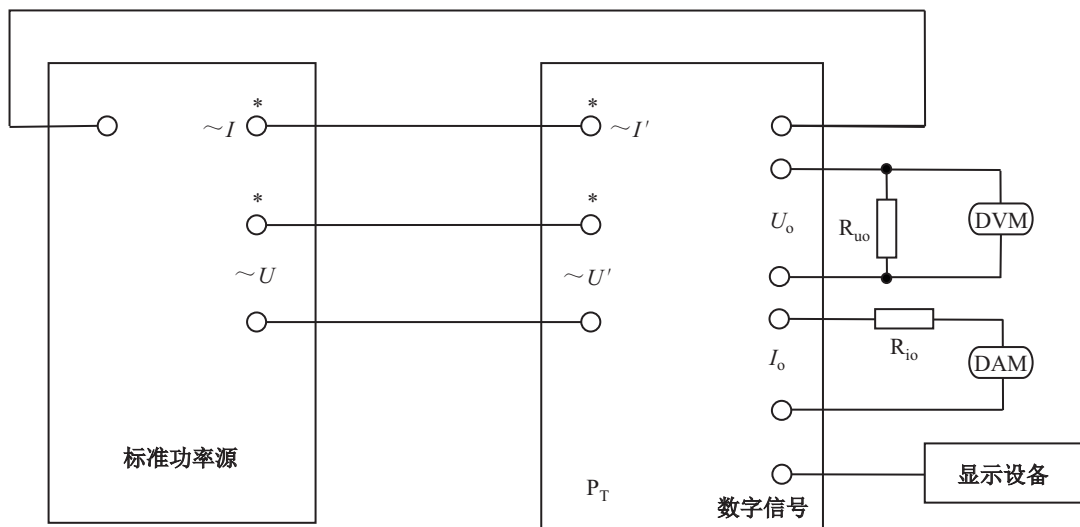
表 9 单相、三相有功功率变送器检定点选择

$\cos\varphi=1$	$\cos\varphi=0.5(L)$	$\cos\varphi=0.5(C)$
$100\%I_b$	$100\%I_b$	$100\%I_b$
$80\%I_b$	---	---
$60\%I_b$	---	---
$40\%I_b$	---	---
$20\%I_b$	$* 20\%I_b$	$* 20\%I_b$
$0I_b$	$0I_b$	$0I_b$

注： I_b 为有功功率变送器标称电流值， L 为感性， C 为容性。 $*$ 为选择点，根据用户要求而定。



(a) 采用交流标准功率表检定接线图



(b) 采用标准功率源检定接线图

图 4 单相有功功率变送器检定接线图

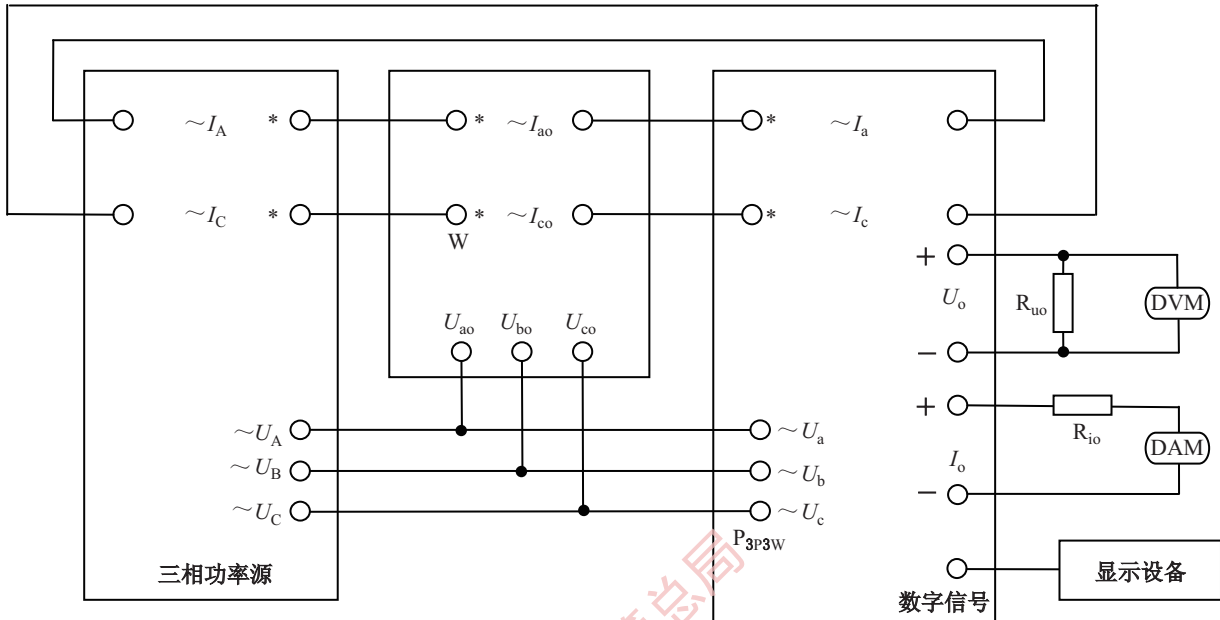
b) 三相三线有功功率变送器

1) 采用三相交流标准功率表检定

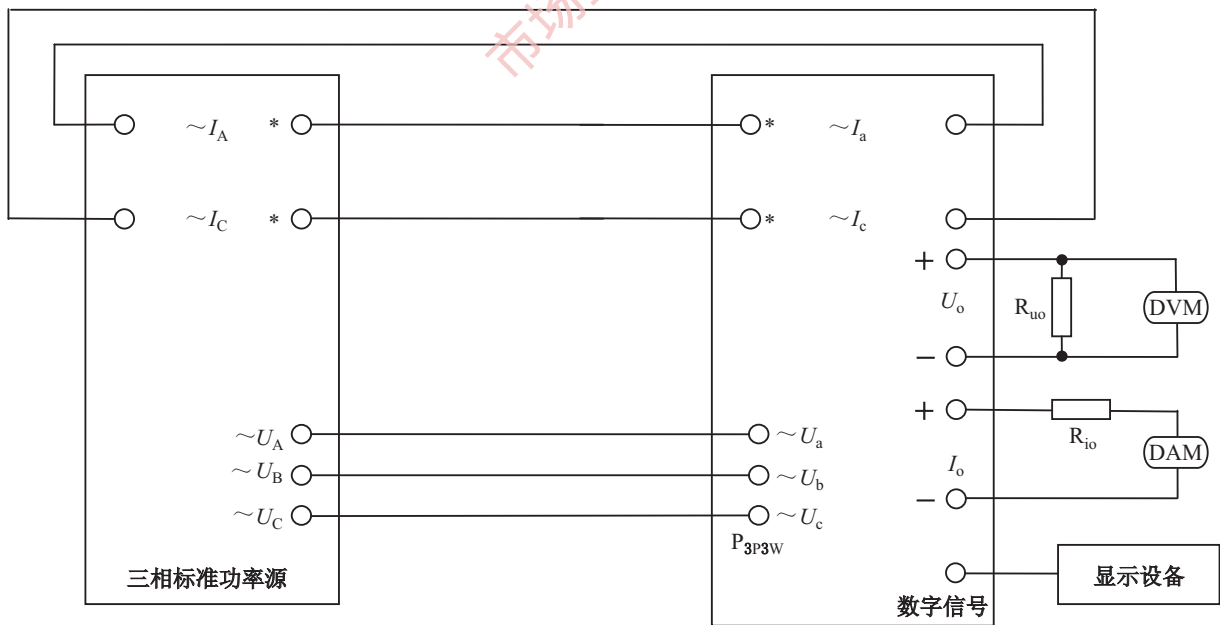
将标准功率源、标准功率表与被检变送器按图 5 (a) 接线。

2) 采用三相标准功率源检定

将标准功率源与被检变送器按图 5 (b) 接线。



(a) 采用三相交流标准功率表检定接线图



(b) 采用三相标准功率源检定接线图

图 5 三相三线有功功率变送器检定接线图

注：P_{3P3W}为被检三相三线有功功率变送器。

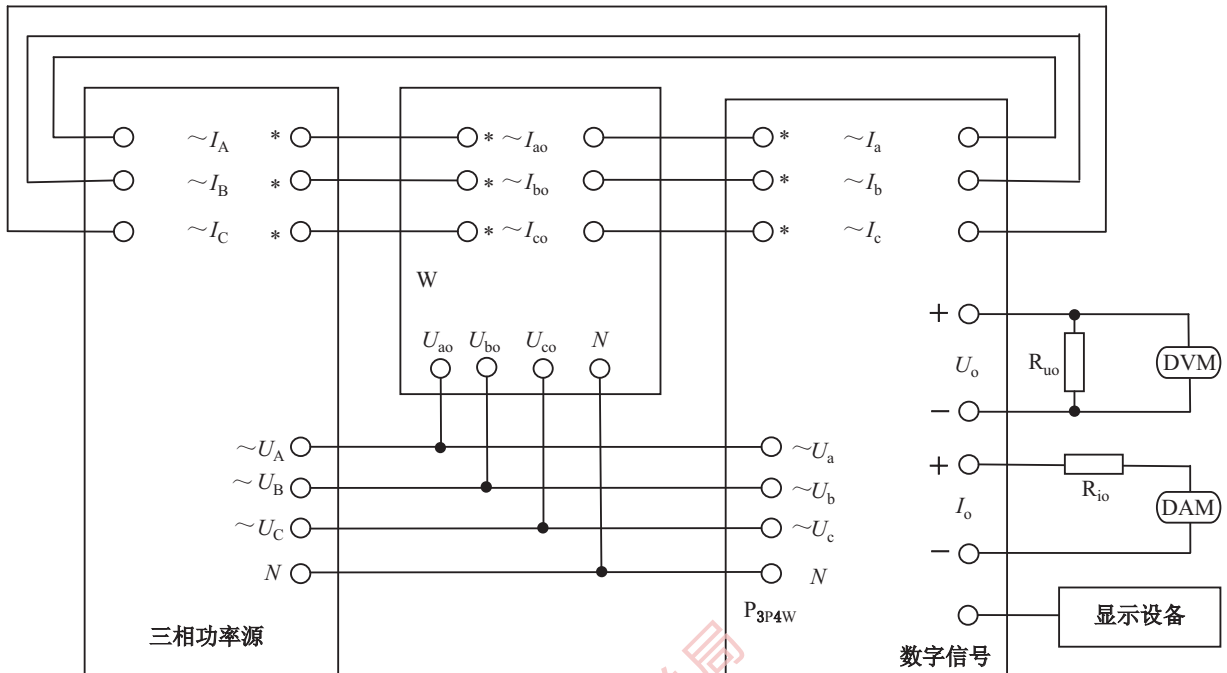
c) 三相四线有功功率变送器

1) 采用三相交流标准功率表检定

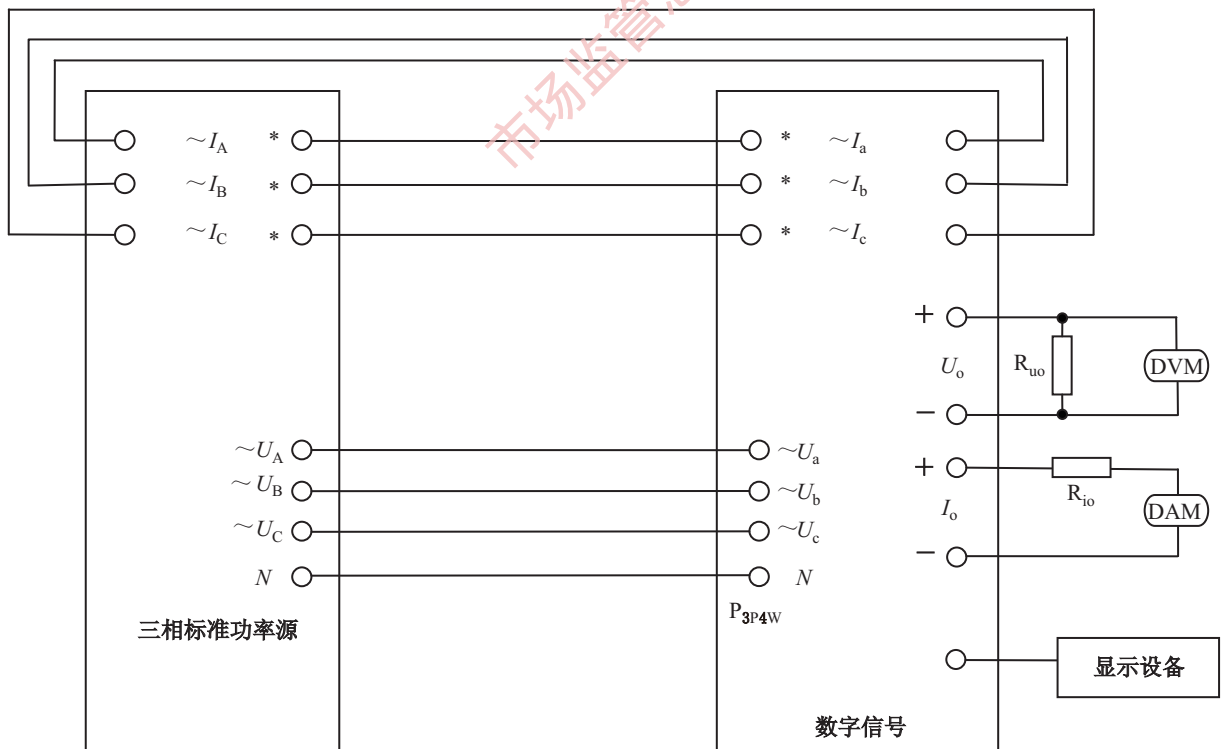
将标准功率源、标准功率表与被检变压器按图 6 (a) 接线。

2) 采用三相标准功率源检定

将标准功率源与被检变压器按图 6 (b) 接线。



(a) 采用三相交流标准功率表检定接线图



(b) 采用三相标准功率源检定接线图

图 6 三相四线有功功率变压器检定接线图

注：P_{3P4W}为被检三相四线有功功率变压器。

7.3.2.6 无功功率变压器

三相对称电压及每相电压和相应相电流之间的相位差应符合表 4 的规定。检定时，

对电压输入端施加标称电压值，通过调节电流输入端电流改变检定点。检定点按表 10 选择。

表 10 三相无功功率变送器检定点选择

正向输出		反向输出	
$\sin\varphi=1(L)$	$\sin\varphi=0.5(L)$	$\sin\varphi=1(C)$	$\sin\varphi=0.5(C)$
$100\%I_b$	$100\%I_b$	$100\%I_b$	$100\%I_b$
$80\%I_b$	——	$80\%I_b$	——
$60\%I_b$	——	$60\%I_b$	——
$40\%I_b$	——	$40\%I_b$	——
$20\%I_b$	$*20\%I_b$	$20\%I_b$	$*20\%I_b$
$0I_b$	——	$0I_b$	——

注： I_b 为无功功率变送器标称电流值，L为感性，C为容性。*为可选择的其他检定点，根据用户要求而定。

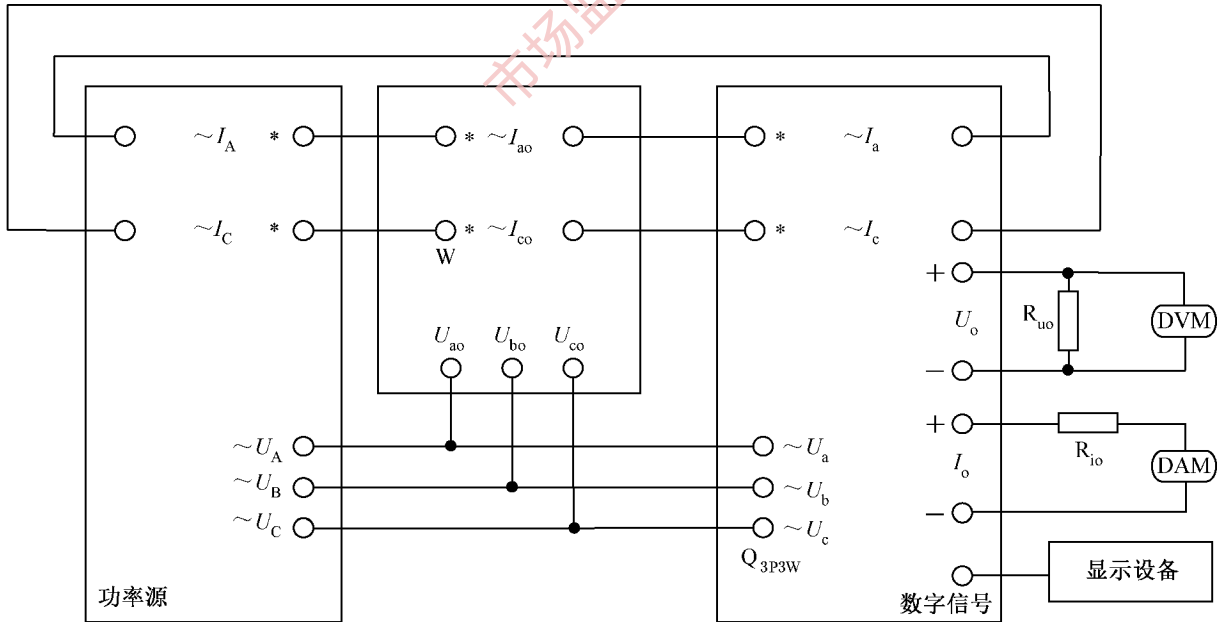
a) 三相三线无功功率变送器

1) 采用三相交流标准功率表检定

将标准功率源、标准功率表与被检变送器按图 7 (a) 接线。

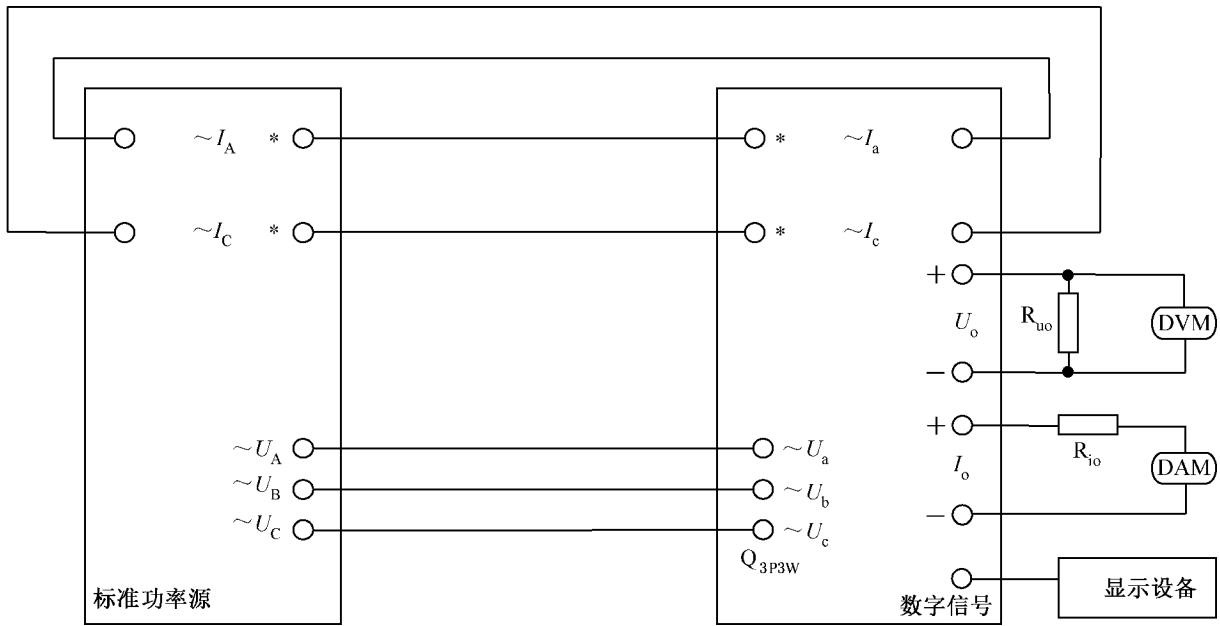
2) 采用三相标准功率源检定

将标准功率源与被检变送器按图 7 (b) 接线。



(a) 采用三相交流标准功率表检定接线图

图 7 三相三线无功功率变送器检定接线图



(b) 采用三相标准功率源检定接线图

图 7 三相三线无功功率变送器检定接线图 (续)

注： Q_{3P3W} 为被检三相四线有功功率变送器。

对于双向输出的三相无功功率变送器，还应检定它在反向输出时的基本误差。

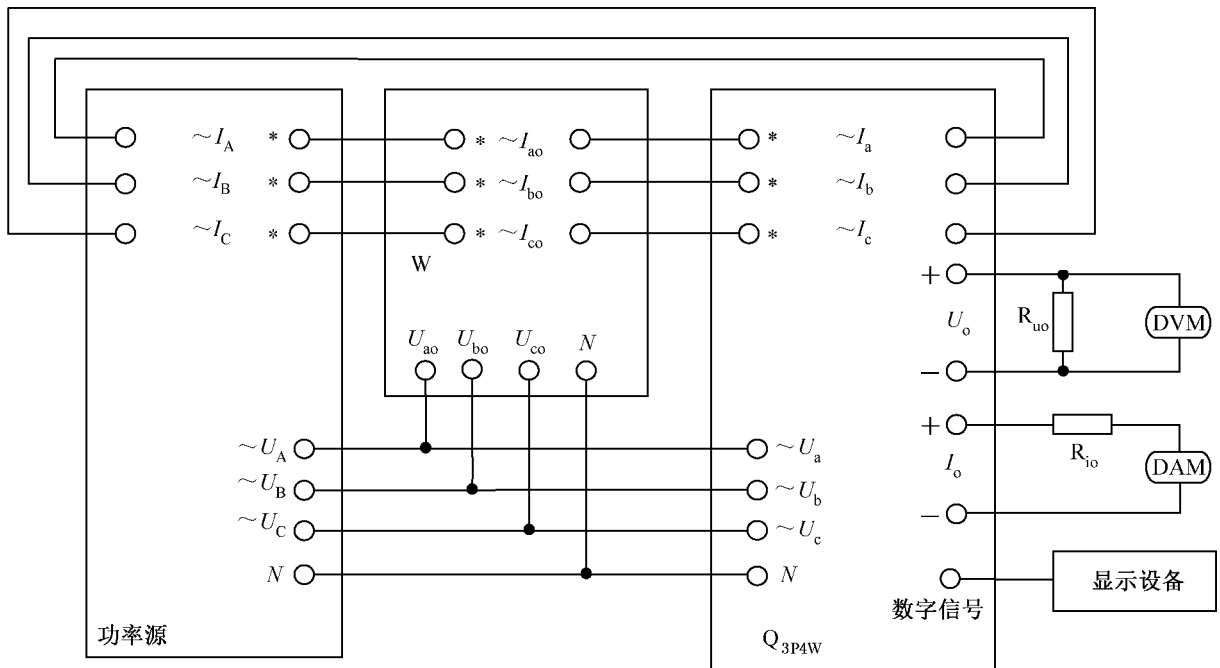
b) 三相四线无功功率变送器

1) 采用三相交流标准功率表检定

将标准功率源、标准功率表与被检变送器按图 8 (a) 接线。

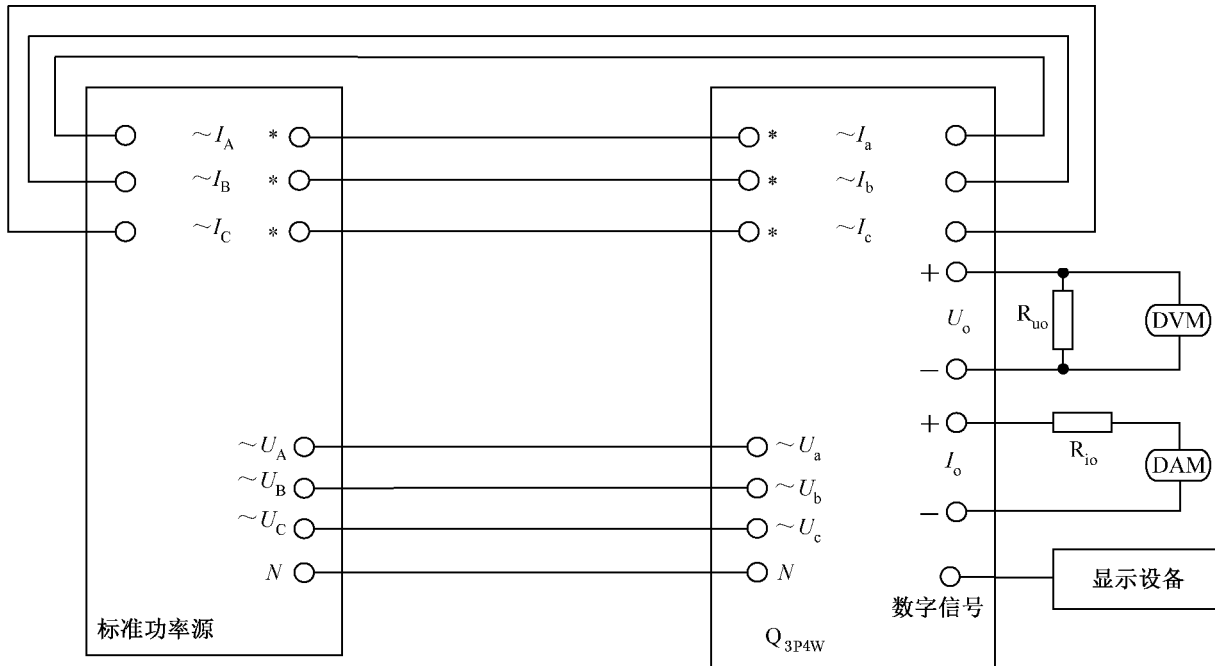
2) 采用三相标准功率源检定

将标准功率源与被检变送器按图 8 (b) 接线。



(a) 采用三相交流标准功率表检定接线图

图 8 三相四线无功功率变送器检定接线图



(b) 采用三相标准功率源检定接线图

图 8 三相四线无功功率变送器检定接线图 (续)

注： Q_{3P4W} 为被检三相四线有功功率变送器。

对于双向输出的三相无功功率变送器，还应检定它在反向输出时的基本误差。

7.3.2.7 频率变送器

采用标准功率源进行检定，按图 9 接线。将标准功率源与被检频率变送器正确连接，标准功率源输出被检频率变送器标称的额定电压，调节标准功率源的频率，在被检频率变送器测量范围内均匀选择至少 5 个检定点，其中表 11 规定的频率点为必选点。

表 11 被检频率变送器检定点选择

频率检定点	45 Hz	50 Hz	55 Hz	60 Hz	65 Hz
-------	-------	-------	-------	-------	-------

接线图如图 9 所示。

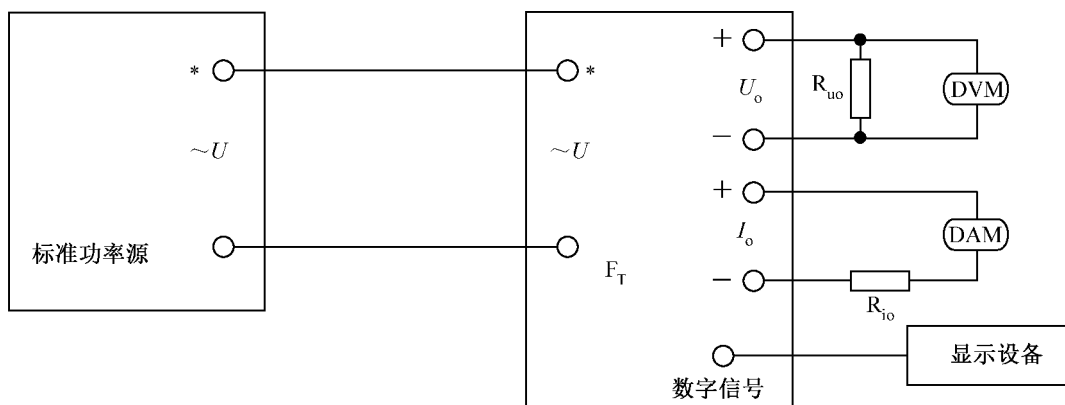


图 9 频率变送器检定接线图

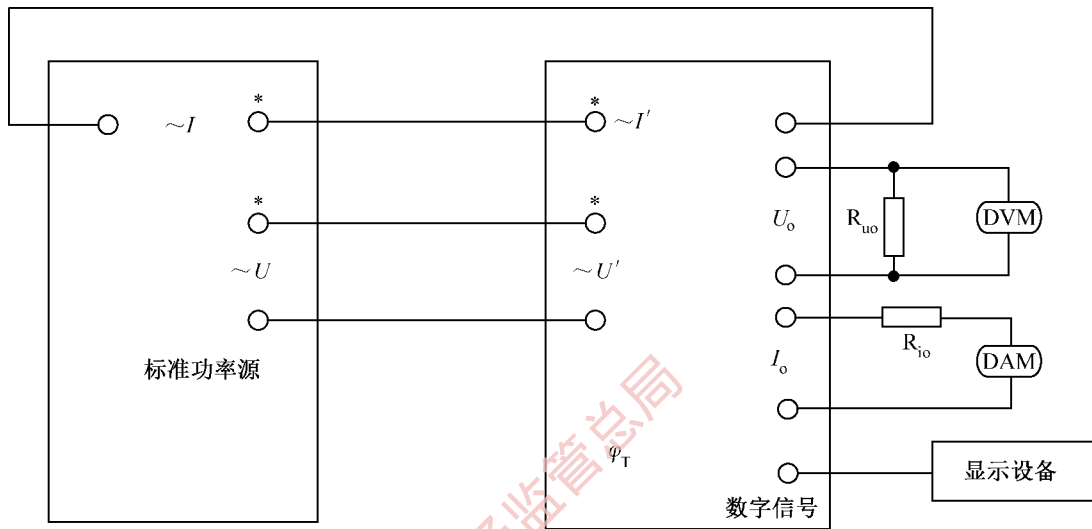
注： F_T 为被检频率变送器。

7.3.2.8 相位角和功率因数变送器

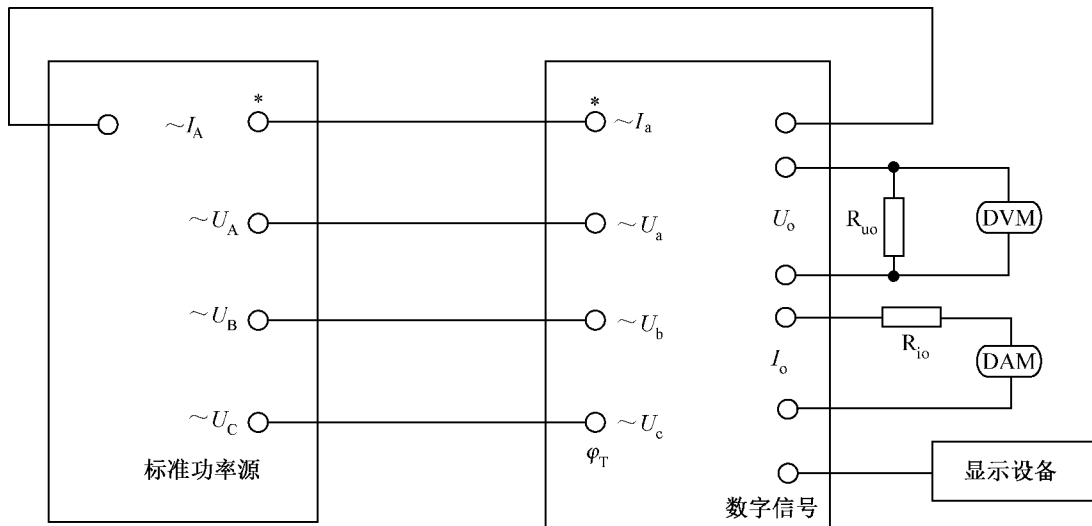
采用标准功率源进行检定，按图 10 接线。将标准功率源与被检相位角或功率因数变送器正确连接，标准功率源输出被检相位角或功率因数变送器标称的额定电压和额定电流，调节标准功率源的相位角和功率因数，在被检相位角或功率因数变送器测量范围内，按表 12 选择检定点。

表 12 被检相位角和功率因数变送器检定点选择

功率因数检定点	0.5L	0.866L	1	0.866C	0.5C
相位角检定点	60°	30°	0°	330°	300°



(a) 单相相位角和功率因数变送器检定接线图



(b) 三相相位角和功率因数变送器检定接线图

图 10 采用标准功率源进行检定

注： φ_T 为被检相位角和功率因数变送器。

7.3.3 不平衡电流引起的功率变送器引用误差的改变量

不平衡负载影响量的测量，其变送器应保持在表 3 和表 4 规定的标准状态下。变送

器在电压保持平衡对称条件时，稳定调节各相中的电流，使输出接近输出范围的中值；若变送器有零输出时，应是零和输出的较高标称值之间的一半，此时各相电流应平衡和对称，记录输出值 B_X 。

断开一相电流，电压保持平衡和对称，调节其他相电流，并保持变送器功率输入的初始值条件相等，记录新的输出值 B_{XC} 。两个输出值之差为改变量。

不平衡电流引起的引用误差 δ_i 改变量按式 (5) 计算：

$$\delta_i = \left| \frac{B_{XC} - B_X}{A_f} \right| \times 100\% \quad (5)$$

7.3.4 绝缘电阻试验和工频耐压试验

7.3.4.1 按 6.2 规定的部位进行绝缘电阻试验

选用电压为 1 kV 的兆欧表或绝缘电阻测试仪进行测量，绝缘电阻值不应小于 20 M Ω 。

7.3.4.2 按 6.2 规定的部位进行工频耐压试验

将标准设备和不宜进入该项试验的设备断开，不试验的电路接地。在各线路之间平稳施加试验电压持续 1 min，应无击穿或飞弧现象。同时泄漏电流不大于 5 mA。

7.3.5 自热影响

变送器在表 3 和表 4 规定的条件下至少断电 4 h 不加激励。对变送器施加所有输入标称值，记录 (1~3) min 内变送器输出值 B_r 。在 (30~35) min 记录变送器输出值 B_T 。

对于双向输出的变送器，还应测定它在反向输出时的自热影响。方法是改变激励符号或极性，具体顺序同前。

误差 δ_j 计算公式如公式 (6)：

$$\delta_j = \left| \frac{B_r - B_T}{A_f} \right| \times 100\% \quad (6)$$

7.3.6 纹波含量（仅对输出直流模拟信号变送器）

在检定条件下，对变送器施加输入标称值，使用交流标准表测量输出端交流信号有效值后再折算成峰峰值（峰峰值 = 有效值 $\times 2\sqrt{2}$ ）。峰峰值测量与变送器输出引用值之比不应超过变送器最大允许误差的两倍。

7.3.7 响应时间（仅对输出直流模拟信号变送器）

对输出直流模拟信号的变送器，在检定条件下，辅助线路至少应按预热时间通电。标准功率源与被检变送器正确连接，根据变送器类型、额定输入值设置标准功率源。示波器一个通道监视被测输入信号，另一个通道监视变送器输出信号，设置完成后，启动标准功率源输出，使用示波器观察从施加输入到输出信号到 90% 所需时间。或切断输入信号，稳定范围为输出信号较高标称值的 $\pm 1\%$ ，根据示波器标尺计算输出信号从 100% 到 10% 所需时间即为响应时间。接线原理图如图 11 所示。

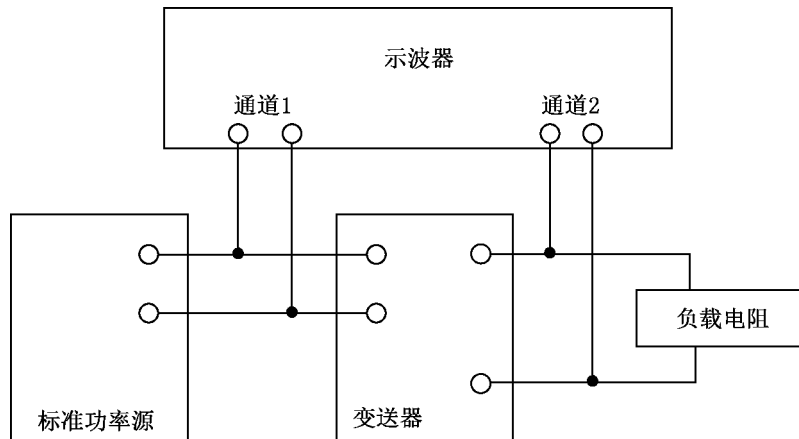


图 11 响应时间检定接线原理图

7.3.8 允许误差改变量

7.3.8.1 通用条件

当变送器在表 3 和表 4 给定的检定条件下：

- 在施加每一个影响量时，其他影响量应保持在检定条件下不变。
- 对表 2 所列的影响量的误差改变量的检定，按基本误差检定方法应在输出的下限和上限之间至少两个点上进行。频率变送器在额定功率和偏离频率上各选一点。
- 对有功功率变送器和无功功率变送器，通过保持电压和功率因数在检定条件下，用改变电流方式测得误差改变量。

当符合上述条件时，其测得的误差改变量，不应超过表 2 所规定的值。

对于双向输出的变送器应分别在不同极性下检定。

7.3.8.2 输入电压引起的误差改变量（电压变送器、电流变送器除外）

- 按 7.3.8.1 的 a) 记录输出值 (B_r)。
- 改变输入电压值至表 2 中的上限值，记录变送器的输出值 (B_H)；改变输入量电压标称值至表 2 中的下限值，记录变送器的输出值 (B_L)。
- 输入量电压引起的误差改变量 δ_U ：

$$\delta_U = \left| \frac{B_H - B_r}{A_f} \right| \times 100\% \text{ 或 } \delta_U = \left| \frac{B_r - B_L}{A_f} \right| \times 100\% \quad (7)$$

7.3.8.3 输入电流引起的误差改变量（仅对相位变送器和功率因数变送器）

- 按 7.3.8.1 的 a) 记录输出值 (B_r)。
- 改变输入量电流为标称值 120%，记录变送器的输出值 (B_H)；改变输入量电流为标称值 20%，记录变送器的输出值 (B_L)。
- 计算输入量电流引起的误差改变量同式 (7)。

7.3.8.4 功率因数引起的误差改变量（仅对有功功率和无功功率变送器）

- 在功率因数为 1.0 时，施加输入电流为标称值的 50%，记录输出值 (B_R)。
- 保持被测量为恒定值，增加输入电流至标称值的 100%，改变功率因数至 0.5（滞后），记录输出信号值 ($B_{\text{滞后}}$)；改变功率因数至 0.5（超前），记录输出信

号值 ($B_{超前}$)。

- c) 对双向输出三相有功功率变送器, 还应测定它在反向输出时的误差改变量。采用改变电流极性的方法重复 a)~b)。
- d) 计算功率因数引起的改变量 δ_{PF} :

$$\delta_{PF} = \left| \frac{B_{滞后} - B_R}{A_f} \right| \times 100\% \text{ 或 } \delta_{PF} = \left| \frac{B_R - B_{超前}}{A_f} \right| \times 100\% \quad (8)$$

7.3.8.5 三相有功和无功功率变送器的测量线路之间, 相互影响引起的误差改变量

由两个测量元件测量三相四线不平衡功率, 带有三个电流线路 (有时称为 $2\frac{1}{2}$ 元件) 的变送器不按此要求检定。

- a) 在检定条件下, 仅一个测量线路施加标称输入电压, 其他每一线路通以标称电流, 将电压和电流之间的相位角由 0° 到 360° 改变时, 记录变送器的输出值与被测量为零时输出信号的最大偏差 ΔU_m ;
- b) 顺序给其他测量元件施加标称输入电压, 重复 a);
- 其中, 若辅助电源与一电压输入线路共用, 则应选此电压输入线路施加标称电压。
- c) 相互影响引起的误差改变量 δ_P :

$$\delta_P = \left| \frac{\Delta U_m}{A_f} \right| \times 100\% \quad (9)$$

7.4 检定结果的处理

7.4.1 各检定点按 7.3.2 的规定计算两次测量平均值测量结果, 各检定点误差的最大值作为变送器的基本误差。

7.4.2 测量数据修约

修约应遵循四舍五入及偶数法则, 修约到最大允许误差的 1/10 位。保留的有效位数应使末位与测量结果不确定度的有效位相一致。

7.4.3 全部检定项目都符合要求的变送器, 判定为合格。

7.4.4 对 0.1 级、0.2 级、0.5 级变送器经检定合格的出具检定证书, 不合格的出具检定结果通知书, 证书中均应给出各点误差。1 级变送器检定证书或检定结果通知书中, 可不给数据只给出合格与否。检定结果通知书中应标明不合格的项目。

7.4.5 基本误差检定结果超出表 1 限值, 但能符合较低等级全部技术条件的变送器, 经用户要求, 可按所能达到的等级发给检定证书, 降级使用。

7.5 检定周期

使用中的变送器检定周期一般不超过 1 年。根据使用情况和用户需要可适当缩短检定周期。

附录 A

变送器理论输出值计算公式

以输出 4 mA~20 mA 为例：

A.1 对电压、电流、有功功率、无功功率、相位角、频率变送器，被检定变送器的理论输出值 B_r 按式 (A.1) 计算

$$B_r = \frac{O_{\max} - O_0}{I_{\max} - I_0} \times (I_x - I_0) + O_0 \quad (\text{A.1})$$

式中：

O_{\max} —— 被检定变送器的最大输出值，mA；

O_0 —— 被检定变送器的最小输出值，mA；

I_{\max} —— 被检定变送器的最大输入值，V、A、W、Var、(°) 或 Hz；

I_0 —— 被检定变送器的最小输入值，V、A、W、Var、(°) 或 Hz；

I_x —— 被检定变送器的实际输入值，V、A、W、Var、(°) 或 Hz。

A.2 对功率因数变送器，被检定变送器的理论输出值 B_r 按式 (A.2) 或 (A.3) 计算

当输入感性功率因数时， $B_r = \frac{(O_{\max} - O_0)/2}{1 - I_{L\min}} \times (1 - I_{Lx}) + \left(O_0 + \frac{O_{\max} - O_0}{2}\right)$ (A.2)

当输入容性功率因数时， $B_r = \frac{(O_{\max} - O_0)/2}{1 - I_{C\min}} \times (I_{Cx} - 1) + \left(O_0 + \frac{O_{\max} - O_0}{2}\right)$ (A.3)

式中：

B_r —— 被检定变送器的理论输出值，mA；

$I_{L\min}$ —— 被检定变送器的感性功率因数最小输入值；

$I_{C\min}$ —— 被检定变送器的容性功率因数最小输入值；

I_{Lx} —— 被检定变送器的感性功率因数实际输入值；

I_{Cx} —— 被检定变送器的容性功率因数实际输入值。

A.3 对于双向功率变送器和多段输出变送器，应在每个方向功率和每段输出独立计算理论输出值。

附录 B

检定原始记录格式

电压变送器和电流变送器检定原始记录

检定证书/检定结果通知书编号：_____ 检定日期：_____

送检单位：_____ 仪器名称：_____ 制造单位：_____

型号：_____ 出厂编号：_____ 准确度等级：_____ 输出引用值：_____

检定依据：_____ 温度：_____℃ 相对湿度：_____ % 频率：_____ Hz

检定使用的计量标准器具：

名称：_____ 测量范围：_____ 出厂编号：_____

准确度等级：_____ 标准器具证书号：_____ 有效期至：_____

1. 外观检查：
2. 绝缘电阻试验：
3. 工频电压试验：
4. 响应时间：
5. 基本误差：

检定点	变送器输出值			变送器理论输出值 (输入信号标准值)	误差/%
	1	2	平均值		

6. 自热影响：

$B_r =$ _____ $B_T =$ _____

7. 输出纹波含量：

结论：

检定员：

核验员：

相位变送器和功率因数变送器检定原始记录

检定证书/检定结果通知书编号：_____ 检定日期：_____

送检单位：_____ 仪器名称：_____ 制造单位：_____

型号：_____ 出厂编号：_____ 准确度等级：_____ 输出引用值：_____

检定依据：_____ 温度：_____ °C 相对湿度：_____ % 频率：_____ Hz

检定使用的计量标准器具：

名称：_____ 测量范围：_____ 出厂编号：_____

准确度等级：_____ 标准器具证书号：_____ 有效期至：_____

1. 外观检查：
2. 绝缘电阻试验：
3. 工频电压试验：
4. 响应时间：
5. 基本误差：

检定点	变送器输出值			变送器理论输出值 (输入信号标准值)	误差/%
	1	2	平均值		

6. 自热影响：

$$B_r = \quad B_T =$$

7. 输出纹波含量：

8. 允许误差改变量：

(1) 输入量电流引起的误差改变量：

结论：

检定员：

核验员：

单相/三相有功功率变送器检定原始记录

检定证书/检定结果通知书编号：_____ 检定日期：_____

送检单位：_____ 仪器名称：_____ 制造单位：_____

型号：_____ 出厂编号：_____ 准确度等级：_____ 输出引用值：_____

检定依据：_____ 温度：_____℃ 相对湿度：_____ % 频率：_____ Hz

检定使用的计量标准器具：

名称：_____ 测量范围：_____ 出厂编号：_____

准确度等级：_____ 标准器具证书号：_____ 有效期至：_____

1. 外观检查：
2. 绝缘电阻试验：
3. 工频电压试验：
4. 响应时间：
5. 基本误差：

正向输入：

标称电压：		标称电流：			变送器理论输出值 (输入信号标准值)	误差/%
功率因数	检定点	变送器输出值				
		1	2	平均值		

反向输入：

标称电压：		标称电流：			变送器理论输出值 (输入信号标准值)	误差/%
功率因数	检定点	变送器输出值				
		1	2	平均值		

6. 自热影响：

$$B_r = \quad B_T =$$

7. 输出纹波含量：

8. 不平衡电流引起的功率变送器引用误差改变量（仅对三相有功功率变送器）：

$$B_{XC} = \quad B_X =$$

9. 允许误差改变量：

(1) 输入量电压引起的误差改变量：

(2) 功率因数引起的误差改变量：

(3) 测量线路之间相互影响引起的误差改变量（仅对三相有功功率变送器）：

结论：

检定员：

核验员：

市场监管总局

三相无功功率变送器检定原始记录

检定证书/检定结果通知书编号：_____ 检定日期：_____
 送检单位：_____ 仪器名称：_____ 制造单位：_____
 型号：_____ 出厂编号：_____ 准确度等级：_____ 输出引用值：_____
 检定依据：_____ 温度：_____℃ 相对湿度：_____ % 频率：_____ Hz
 检定使用的计量标准器具：
 名称：_____ 测量范围：_____ 出厂编号：_____
 准确度等级：_____ 标准器具证书号：_____ 有效期至：_____

1. 外观检查：
 2. 绝缘电阻试验：
 3. 工频电压试验：
 4. 响应时间：
 5. 基本误差：
- 正向输入：

标称电压：		标称电流：				变送器理论输出值 (输入信号标准值)	误差/%
功率因数	检定点	变送器输出值					
		1	2	平均值			

反向输入：

标称电压：		标称电流：				变送器理论输出值 (输入信号标准值)	误差/%
功率因数	检定点	变送器输出值					
		1	2	平均值			

6. 自热影响：

$$B_r = \quad B_T =$$

7. 输出纹波含量：

8. 不平衡电流引起的功率变送器引用误差改变量：

$$B_{XC} = \quad B_X =$$

9. 允许误差改变量：

(1) 输入量电压引起的误差改变量：

(2) 功率因数引起的误差改变量：

(3) 测量线路之间相互影响引起的误差改变量：

结论：

检定员：

核验员：

市场监管总局

附录 C

检定证书/检定结果通知书内页格式 (第 2 页)

证书编号: ××××××—××××

检定机构授权说明				
检定环境条件及地点:				
温 度		℃	地 点	
相对湿度		%	其 他	
检定使用的计量 (基) 标准装置				
名 称	测量范围	不确定度/准确度 等级/最大允许误差	计量 (基) 标 准证书编号	有效期至
检定使用的标准器				
名 称	测量范围	不确定度/准确度 等级/最大允许误差	检定/校准 证书编号	有效期至

附录 D

检定证书/检定结果通知书检定结果页式样 (第 3 页)

D.1 检定证书第 3 页

D.1.1 电压变送器和电流变送器

证书编号 ××××××—××××

检定结果

1. 外观检查:
2. 绝缘电阻试验:
3. 工频电压试验:
4. 响应时间:
5. 基本误差:

检定点	变送器输出值	变送器理论输出值 (输入信号标准值)	误差/%

6. 自热影响:

$B_r =$ $B_T =$

7. 输出纹波含量:

以下空白

D.1.2 相位变送器和功率因数变送器

证书编号 ××××××—××××

检定结果

1. 外观检查：
2. 绝缘电阻试验：
3. 工频电压试验：
4. 响应时间：
5. 基本误差：

检定点	变送器输出值	变送器理论输出值 (输入信号标准值)	误差/%

6. 自热影响：

 $B_r =$ $B_T =$

7. 输出纹波含量：

8. 允许误差改变量：

- (1) 输入量电流引起的误差改变量：

以下空白

D. 1.3 单相/三相有功功率变送器

证书编号 ××××××—××××

检定结果

1. 外观检查：
 2. 绝缘电阻试验：
 3. 工频电压试验：
 4. 响应时间：
 5. 基本误差：
- 正向输入：

标称电压：		标称电流：		
功率因数	检定点	变送器输出值	变送器理论输出值 (输入信号标准值)	误差/%

反向输入：

标称电压：		标称电流：		
功率因数	检定点	变送器输出值	变送器理论输出值 (输入信号标准值)	误差/%

6. 自热影响：

$B_r =$ $B_T =$

7. 输出纹波含量：

8. 不平衡电流引起的功率变送器引用误差改变量（仅对三相有功功率变送器）：

9. 允许误差改变量：

(1) 输入量电压引起的误差改变量：

(2) 功率因数引起的误差改变量：

(3) 测量线路之间相互影响引起的误差改变量（仅对三相有功功率变送器）：

以下空白

D. 1. 4 三相无功功率变送器

证书编号：××××××—××××

检定结果

1. 外观检查：
 2. 绝缘电阻试验：
 3. 工频电压试验：
 4. 响应时间：
 5. 基本误差：
- 正向输入：

标称电压：		标称电流：		
功率因数	检定点	变送器输出值	变送器理论输出值 (输入信号标准值)	误差/%

反向输入：

标称电压：		标称电流：		
功率因数	检定点	变送器输出值	变送器理论输出值 (输入信号标准值)	误差/%

6. 自热影响：
 $B_r =$ $B_T =$
7. 输出纹波含量：
8. 不平衡电流引起的功率变送器引用误差改变量：
9. 允许误差改变量：
 - (1) 输入量电压引起的误差改变量：
 - (2) 功率因数引起的误差改变量：
 - (3) 测量线路之间相互影响引起的误差改变量：

以下空白

D.2 检定结果通知书第 3 页

D.2.1 电压变送器和电流变送器

证书编号 ××××××—××××

检定结果

1. 外观检查：
2. 绝缘电阻试验：
3. 工频电压试验：
4. 响应时间：
5. 基本误差：

检定点	变送器输出值	变送器理论输出值 (输入信号标准值)	误差/%

6. 自热影响：

 $B_r =$ $B_T =$

7. 输出纹波含量：

不合格项目：

以下空白

D. 2. 2 相位变送器和功率因数变送器

证书编号 ××××××—××××

检定结果

1. 外观检查：
2. 绝缘电阻试验：
3. 工频电压试验：
4. 响应时间：
5. 基本误差：

检定点	变送器输出值	变送器理论输出值 (输入信号标准值)	误差/%

6. 自热影响：

 $B_r =$ $B_T =$

7. 输出纹波含量：

8. 允许误差改变量：

- (1) 输入量电流引起的误差改变量：

不合格项目：

以下空白

D. 2.3 单相/三相有功功率变送器

证书编号 ××××××—××××

检定结果

- 1. 外观检查：
 - 2. 绝缘电阻试验：
 - 3. 工频电压试验：
 - 4. 响应时间：
 - 5. 基本误差：
- 正向输入：

标称电压：		标称电流：		
功率因数	检定点	变送器输出值	变送器理论输出值 (输入信号标准值)	误差/%

反向输入：

标称电压：		标称电流：		
功率因数	检定点	变送器输出值	变送器理论输出值 (输入信号标准值)	误差/%

6. 自热影响：

$B_r =$ $B_T =$

7. 输出纹波含量：

8. 不平衡电流引起的功率变送器引用误差改变量（仅对三相有功功率变送器）：

9. 允许误差改变量：

(1) 输入量电压引起的误差改变量：

(2) 功率因数引起的误差改变量：

(3) 测量线路之间相互影响引起的误差改变量（仅对三相有功功率变送器）：

不合格项目：

D. 2. 4 三相无功功率变送器

证书编号 ××××××—××××

检定结果

- 1. 外观检查：
 - 2. 绝缘电阻试验：
 - 3. 工频电压试验：
 - 4. 响应时间：
 - 5. 基本误差：
- 正向输入：

标称电压：		标称电流：		
功率因数	检定点	变送器输出值	变送器理论输出值 (输入信号标准值)	误差/%

反向输入：

标称电压：		标称电流：		
功率因数	检定点	变送器输出值	变送器理论输出值 (输入信号标准值)	误差/%

- 6. 自热影响：
 $B_r =$ $B_T =$
 - 7. 输出纹波含量：
 - 8. 不平衡电流引起的功率变送器引用误差改变量：
 - 9. 允许误差改变量：
 - (1) 输入量电压引起的误差改变量：
 - (2) 功率因数引起的误差改变量：
 - (3) 测量线路之间相互影响引起的误差改变量：
- 不合格项目：