

JJG307-2006

JIDIANSHI JIAOLIUDIANNENGBIAO SHISHIZHINAN

—— JJG307—2006 —— 《机电式交流电能表》 —— 实施指南 ——



蓝永林 主编



中国计量出版社

CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE



图书在版编目(CIP)数据

JJG307—2006《机电式交流电能表》实施指南/蓝永林主编. —北京:中国计量出版社,2006.12

ISBN 7-5026-2553-4

I. J… II. 蓝… III. 电能表—检定—规程—实施—中国—指南 IV. TM933.4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 133124 号

内 容 提 要

本书对 JJG307—2006《机电式交流电能表》检定规程的条文和主要附录进行了详细的解释,并对机电式交流电能表常见的、涉及到检定规程的问题进行了深入的论述。为帮助读者掌握重点,每章后都有复习思考题。

本书可供机电式交流电能表检定、调试及相关人员阅读和参考。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话(010)64275360

<http://www.zgjl.com.cn>

北京市密东印刷有限公司印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

850 mm × 1168 mm 32 开本 印张 5 字数 94 千字

2006 年 12 月第 1 版 2006 年 12 月第 1 次印刷

*

印数 1—3 000 定价: 16.00 元

前 言

交流电能表属于依法管理、执行强制检定的工作计量器具。在发电、输电、供电和用电各个环节，交流电能表能否准确地测定电能量值，都直接涉及到节能和经济核算。因此，长期以来电能计量器具的法制管理，一直受到国家有关行政部门极大重视。

原国家计量局于 1988 年颁布的 JJG307—1988《交流电能表（电度表）》，施行 18 年以来，对检定机电式交流电能表的计量特性，确定其是否符合法定要求，统一电能单位量值，为电能计量实行国家监督等方面都曾起到了重要的作用。但是，根据国家计量检定规程应与相应的国家标准或国际建议相互协调一致的原则，并考虑到我国已广泛生产和使用宽负载、长寿命机电式交流电能表，国内研制的计量标准及其辅助设备已能充分满足国内需求。因此，国家计量检定规程主管部门下达规程修订任务书，全国电磁计量技术委员会组织规程修订组，经过多次论证，并征得有关专家的意见，对原规程（JJG307—1988）进行了修订。2006 年国家质量监督检验检疫总局发布了 JJG307—2006《机电式交流电能表》。该规程与原规程（JJG307—1988）比较，修改和补充了如下主要内容：

1. 只适用于机电式电能表的首次检定和型式评价试

验。

2. 删除了机电式标准电能表内容, 对标准仪表的要求移到规程正文; 对功率稳定度的评定方法、导线电压降和布线交变磁场影响, 进行了修改和补充。

3. 对直接接入的电能表和经互感器接入的电能表, 分别规定了参比电流; 特殊要求和不平衡负载时的上限电流, 由参比电流改为最大电流; 对三相电能表, 增加了不平衡负载时的误差与平衡负载时的误差之差不应超过的限度; 对无功电能表增加了 $\sin\varphi = 0.25$ 时的误差要求。

4. 改写了电能表的交流耐压要求和耐压试验方法; 允许对电能表加一定功率进行电压潜动试验; 延长了电能表的轮换周期。

为正确贯彻执行 JJG307—2006《机电式交流电能表》, 中国计量出版社邀请该规程主要起草人蓝永林高级工程师主编本书, 书中对规程条文和主要附录进行详细解释, 并对常见的专门问题进行深入的论述。

书稿内容征求了有关专家的意见, 对他们提出的宝贵意见和建议表示衷心感谢。希望本书对机电式交流电能表的检定与调试人员的专业水平的提高有所裨益。书中的不当之处, 恳请读者及时赐教。

编 者

2006. 10

目 录

第1章 机电式交流电能表的检定

1. 运用范围	(1)
1.1 检定规程和标准的关系	(1)
1.2 适用范围	(2)
2. 概述	(5)
3. 计量性能要求	(6)
3.1 基本误差	(6)
3.2 潜动和起动	(18)
4. 通用技术要求	(19)
4.1 标志	(19)
4.2 交流耐压	(23)
5. 检定条件	(24)
5.1 确定电能表基本误差应满足的参比条件	(24)
5.2 检定装置	(32)
6. 检定方法	(41)
6.1 直观检查	(41)
6.2 交流耐压试验	(42)
6.3 潜动试验	(44)
6.4 起动试验	(46)

6.5 测定基本误差	(46)
6.6 常数试验	(49)
7. 检定结果处理	(51)
7.1 为什么要对测量数据修约	(51)
7.2 怎样对相对误差进行修约	(51)
7.3 检定印证	(52)
8. 轮换周期	(52)
9. 型式评价试验	(64)
9.1 型式评价试验大纲适用范围	(64)
9.2 标准电量值	(65)
9.3 转动元件	(66)
9.4 电气要求	(66)
9.5 绝缘强度	(69)
9.6 气候影响和机械要求	(70)
9.7 试验条件和试验方法	(70)
复习思考题	(73)

第2章 关于检定规程的专题论述

1. 计算相对误差的公式是怎样求得的	(76)
1.1 计算相对误差的通用公式	(76)
1.2 用标准电能表法检定时相对误差计算公式	(77)
1.3 用瓦·秒法检定时相对误差的计算公式	(81)
2. 功率稳定度的评定方法	(84)
2.1 有概率水平的峰-峰值评定法	(84)

2.2 简易的峰-峰值评定法	(87)
3. 如何测定台体误差	(88)
3.1 用宽量程标准电能表测定台体误差	(89)
3.2 用两台相同的标准电能表交换连接位置 测定台体误差	(91)
4. 如何修正检定结果	(93)
4.1 修正算定脉冲数	(93)
4.2 修正受检电能表检定结果的误差	(94)
5. 为什么要用三元件标准电能表检定三相三线 电能表	(96)
6. 如何得到电压移相 90° 的余弦式无功电能表	(99)
6.1 相电压移相 90° 的三元件三相无功电能表	(99)
6.2 线电压移相 90° 的两元件三相无功电能表	(101)
7. 检定装置应当用什么级别的监视仪表	(107)
7.1 测定功率因数需用的仪表	(107)
7.2 测定三相电压电流对称度需用的仪表	(109)
8. 怎样测定装置导线电压降	(113)
8.1 对没有电压互感器的装置怎样测定导线电压降 ..	(114)
8.2 对有电压互感器的装置怎样测定导线电压降 ..	(115)
8.3 对多位表的装置怎样测定导线电压降	(116)
9. 怎样测定装置布线交变磁场影响	(117)
10. 怎样测定电流波形畸变因数	(120)
10.1 电阻压降法	(121)
10.2 电流电压变换器法	(122)

11. 新换装的电能表会多计电量吗?	(124)
12. 如何快速调好电能表误差	(125)
12.1 电能表的基本误差曲线	(126)
12.2 单相电能表误差调整方法	(127)
12.3 三相有功电能表误差调整方法	(129)
13. 用三相四线和三相三线有功电能表测量电能 应注意的问题	(133)
13.1 三相四线有功电能表	(134)
13.2 三相三线有功电能表	(138)
复习思考题	(146)

第1章

机电式交流电能表的检定

为了统一的理解和正确的贯彻执行 JJG307—2006《机电式交流电能表》国家计量检定规程，本章对规程中的主要条文予以简要说明。

1. 运用范围

1.1 检定规程和标准的关系

国家计量检定规程 JJG307—1982 和 JJG307—1988，都把感应系电能表的检定规程名称定为“交流电度表或交流电能表”，但是随着我国大量使用电子式（或称静止式）电能表，这样的称谓就容易引起费解。为了与国际电工委员会（IEC）和国际法制计量组织（OIML）的文件（IEC 62052:2003 和 OIML IR 46:2004）一致，特将感应系电能表规程的名称改为“机电式交流电能表”。我国香港、台湾和中朝边界地区大量使用参比频率为 60Hz 的电能表，同时为了电能表的出口需要，故规程适用于

50Hz 或 60Hz 电能表的检定。

安装式电能表属于强制性检定的积分式工作计量器具。电能表的检定就是评定电能表的计量特性，确定其是否符合法定要求所进行的全部工作，而电能表检定规程则是检定电能表时必须遵守的法定技术文件。它的作用是维护电能量值的正确传递和统一，要考虑新、旧仪表的检定数量和使用范围及技术经济的合理性，只规定与量值传递有关的基本内容，而未包含电能表国家标准或行业标准的全部内容。

电能表标准是指导电能表的研制与生产的技术文件，所以规程和标准不是依从关系。标准中明显不合情理的内容，规程就不应当照抄，而是根据现实条件予以适当修改。实际上，国际法制计量组织(OIML)和国际电工委员会(IEC)所颁布的电能表标准就有所不同，而IEC在不同时期颁布的不同或相同各类的电能表标准也有相互矛盾和不合时宜的内容。如果各标准、规程在相关内容方面，不根据具体情况相互照抄，那么所有标准和规程的技术条件就只能永远踏步不前。

1.2 适用范围

规程(JJG307—2006)适用于电能表的首次检定和有功电能表的型式评价试验，不适用于电能表的现场检验。

1.2.1 首次检定

电能表属于限期使用、到期轮换的计量器具，因此电能表的首次检定是指对即将投入使用的电能表进行的检定。对新生产的电能表、库存多年的电能表、轮换检修或因故退出工作而

经检修后的电能表所进行的检定,均属首次检定范畴。

对工作中的电能表的计量性能有所置疑或要进行监督检查而被撤换到标准试验室不经检修所进行的检定,不属首次检定。因为电能表工作多长期限而允许多大的基本误差限,尚待确定。

1.2.2 型式评价试验

电能表型式这一术语,是指计量性能、部件材质和结构参数、参比电流和最大电流、参比频率和参比电压等都相同的电能表。型式评价(或称定型鉴定)是对制造厂生产的电能表新产品样机的全部性能进行全面试验、审查和考核。型式批准是指对电能表新产品的型式符合法制要求的认可。经过型式批准的电能表,才能提请检定。

电能表的型式评价试验,按 JJF1015—2002《计量器具型式评价和型式批准通用规范》和 JJF1016—2002《计量器具型式评价大纲编写导则》的要求,似乎应单独编写《交流电能表型式评价》规程或标准。但是,国家计量技术规范 JJF1002—1998《国家计量检定规程编写规则》规定,要将电能表型式评价内容写入检定规程,将型式评价纳入法制计量范畴,便于计量监督机构进行监督检查试验。

众所周知,型式评价的技术要求,试验项目和试验方法,跟通常的检定规程的规定有较大差别,实难将两者的内容混合编写。使用型式评价试验大纲的工作者很少,而关心规程的人很多,因此为了便于叙述和使用者查阅,特将电能表的型式评价试验写入附录 A。

为什么没写入无功电能表的型式评价内容呢？因为我国长期以来都生产和使用机电式余弦无功电能表，这种表的电压工作磁通滞后于相应电压的角度（内相角）为 90° （对三相三元件无功电能表）或 60° （对三相两元件无功电能表），在电压电流向量图中，取有关电压向量与电流向量间的相位差的余弦值，经换算求得无功功率，也就是说，余弦式无功电能表的结构原理跟有功电能表相似，通过一定的测量电路，才能测量无功电能。此外，在国标 GB/T15282—1994《无功电能表》和行标 JB/T5467.1—2002《机电式交流有功和无功电能表》中，对无功电能表所列的技术要求，基本上都是照抄 1963 年的 IEC 标准，其中没有列出在 $0.2I_b$ （或 $0.1I_n$ ）和 $\sin\varphi = 0.5$ 时的误差要求，也没有规定在 $\sin\varphi = 0.25$ 时的基本误差。所以，在附录 A 中没提出无功电能表的型式评价试验。

1.2.3 为什么规程不适用于电能表的现场检验

所谓现场检验（或称实负荷检验），就是用标准电能表和辅助设备，测定电能表在工作条件下的工作误差，检查电能表和互感器的接线是否正确并查看有无其他异常情况。由于电网频率、电压、电压电流波形、环境温度、负载电流和负载功率因数等因素，都在随时变化，在某一负载点测得的工作误差，不能代表电能表的工作误差曲线。像其他计量器具一样，很难确定电能表在多因素影响下的工作误差允许值。即使依靠大量的统计数据拟定的工作误差，目前，未必能被人们接受。

尽管如此，长期以来，各部门都用基本误差限和各项附加误差限都比受检电能表小 $5\% \sim 10\%$ 的标准电能表，对工作中

的电能表进行实负荷检验。如果测得的工作误差没超过受检电能表的基本误差限,就认为满足要求,人们对此未提出较大异议。这种情况是否符合情理,尚待研究。

还需指出,原则上,JJG307—2006 检定规程也适用于多费率表中的机电式电能表(常称基表)的检定,但是需由电子式电能表检定规程来确定。

2. 概 述

JJF1002—1998《国家计量检定规程编写规则》规定,概述是规程的必备章节,要简述受检计量器具的原理、结构和用途(包括必要的结构示意图)。因此,在规程图1中画出单相电能表的测量机构简图外,着重指出在时间上有相位差的交变电流工作磁通 Φ_I 与交变电压工作磁通 Φ_U (即两个磁通不能同时达到最大值或最小值),从不同位置穿过铝质转盘,并与其在转盘内感生的涡流相互作用,形成由相位上超前的磁通 Φ_I 指向滞后磁通 Φ_U 的驱动力矩,使转盘转动起来。转盘转动不等于能测量电能,为此还指出,电能表驱动元件的结构参数必须使 Φ_I 与 Φ_U 间的相位差 ψ 满足 90° 相位角条件,即 $\psi = 90^\circ - \varphi$,从而得到驱动力矩与负载的有功功率成正比的结论。负载功率不变时,转盘会越转越快,还不能测量电能。必须利用制动磁铁的磁通与其在转盘内的涡流相互作用,形成的制动力矩阻止转盘加速转动,使转动速度与负载功率成正比地变化。再通过齿轮机构,将转盘转数传递给计度器累积起来,表示测得的电能。

没有线路附加误差的机电式正弦无功电能表,因其结构复

杂和功耗较大,各国不再生产,我国少数地区还在使用;有线路附加误差的机电式余弦无功电能表,其结构参数跟有功电能表相似,通过一定的测量电路才能测量无功电能。所以在“概述”中没谈到无功电能表测量机构的工作原理。

3. 计量性能要求

对电能表进行首次检定,只规定与电能量值传递有关的重要计量性能,没列入对电能表进行型式评价时所提技术要求的全部内容,这和其他工作计量器具检定规程的编写原则是一致的。

3.1 基本误差

3.1.1 基本误差是量值传递的主要指标

电能表的基本误差是用相对误差表示的,在规定的参比条件下,电能表允许的基本误差最大值简称基本误差限。在JJG307—1982和JJG307—1988规程中都引用这一术语。电能表检定规程中没采用计量技术规范《通用计量术语及定义》(JJF1001—1998)中所列“最大允许误差”或“允许误差限”术语。因为“允许误差限”是指允许的基本误差还是附加误差最大值?其含意不够明确,令人费解。

为什么规程不规定附加误差或工作误差而只规定基本误差作为量值传递的重要指标呢?附加误差是指某一影响量(如环境温度、电压、频率、电压电流波形和外磁场等)偏离参比条件时电能表具有的误差与其基本误差之代数差;工作误差是指各

附加误差与基本误差的综合,其允许值应大于基本误差限。通过型式评价的电能表,其驱动元件参数和相应的附加误差限是不容易改变的,只要基本误差确定后,附加误差就以基本误差为参照点随工作条件改变而在允许限度内变化,因此在电能表的额定工作条件内同类仪表的工作误差就不会相差太大。相反,如果不用基本误差作为量值传递的指标,像某些人理解的那样,按其自然条件检定电能表,那么检定结果的可比性就会更差,无法保证电能量值正确传递与统一。

3.1.2 有关名词术语

(1) 参比电流(I_b 和 I_n)和最大电流($I_{\max}$)

a. 参比电流:

I_b ——基本电流,它是确定直接接入电能表有关特性的电流;

I_n ——额定电流,它是确定经互感器接入的电能表有关特性的电流,其值与所接电流互感器次级额定电流相同;

b. 最大电流:

最大电流 $I_{\max}$ 是指满足电能表准确度要求的电流最大值(有效值)。对直接接入的电能表,其 $I_{\max}$ 为 I_b 的整数倍;对经电流互感器接入的电能表, $I_{\max}$ 应与所接互感器次级额定扩展电流($1.2I_n$ 、 $1.5I_n$ 或 $2I_n$)相同。

(2) 等级指数

在参比条件(含允许偏差)下,当 $0.1I_b \sim I_{\max}$ 或 $0.05I_n \sim I_{\max}$ 和 $\cos\varphi = 1$ (多相仪表为平衡负载)时,允许的基本误差最大

值的数值,称为有功电能表的等级指数。

在参比条件(含允许偏差)下,当 $0.2I_b \sim I_{\max}$ 或 $0.1I_n \sim I_{\max}$ 和 $\sin\varphi = 1$ (多相仪表为平衡负载)时,允许的基本误差最大值的数值,称为无功电能表的等级指数。

由等级指数的定义得知,2级(或1级)有功电能表在现场工作条件下,对有功电能的测量误差会超过 $\pm 2.0\%$ (或 $\pm 1.0\%$)。

(3) 余弦式和正弦式无功电能表

余弦式无功电能表:在电能表的条件向量图中,无功功率与加在同一驱动元件的电压电流向量间夹角的余弦值成正比。这类机电式无功电能表都有线路附加误差。

正弦式无功电能表:在条件向量图中,无功功率与电压电流向量间夹角的正弦值成正比。这类无功电能表没有线路附加误差。

(4) 经互感器接入的电能表

电流线路串接在任何变比的电流互感器次级回路工作的电能表。这类表的常数俗称二次常数,电能表的示数(计度器相邻两次示值之差)乘以互感器使用的额定变比,才能得到负载消耗的电能。

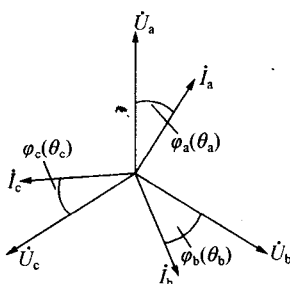
(5) 经互感器接入式的电能表

电流线路串接在指定变比的电流互感器次级,而电压线路并接在指定变比的电压互感器次级。这类表的常数俗称一次常数(铭牌常数已换算到互感器初级侧),其值通常小于5,调试和检定电能表时,需将这常数乘以铭牌互感器变比而变成二次

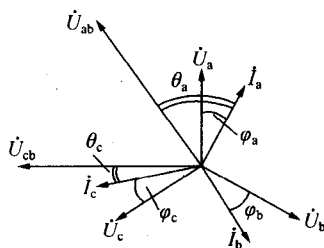
常数。如果跟这类表相连接的互感器变比与电能表铭牌互感器变比相同,计度器示数无须再乘互感器变比,便能得到负载消耗的电能。

3.1.3 角 φ 与角 θ 有何区别

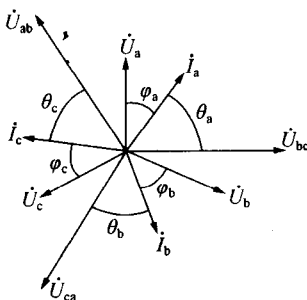
角 φ 是同一相的相电压与相电流间的相位差,角 θ 是指加在一组驱动元件上的相电压或线电压与相电流间的相位差。在图 1-1 中示出角 φ 和角 θ 所在位置。



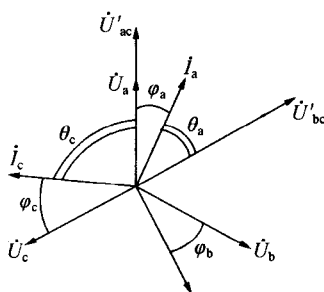
(a) 三相四线有功表



(b) 三相三线有功表



(c) 三相四线无功表



(d) 三相三线无功表

图 1-1 有功和无功电能表的电压电流向量图