

电能计量

技术手册

郑 尧 李兆华 谭金超 李 斌 谭玉玲 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

电能计量 技术手册

郑 尧 李兆华 谭金超 李 斌 谭玉玲 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本手册是根据电能计量技术监督标准和国家标准、电力行业标准以及供用电生产实际情况而编写的,它包括电磁式电能表、电子式电能表、电压互感器、电流互感器、一次和二次接线、计量柜等。

本手册主要介绍电能计量装置地位、用途、分类与等级,电能计量管理规定、专业计算与分析知识,电能计量装置关键技术;交流感应式电能表结构、原理、调整装置、检修、校验与调整、特殊用途表计;电压、电流、多抽头式电流和综合的互感器的结构、原理、接线方式、等级、特点,表用互感器试验,低压电能表与互感器特殊接线,高压电能计量装置接线方式;高压电能计量二次接线六角图测试、分析与运算,高压有功、无功电能表相量分析与计算,电压互感器正确与错误接线分析计算,高压电能计量装置断压、断流的更正系数计算;电子式电能表结构、测量与工作原理、功能与分类、线路,机电脉冲式电子电能表结构与原理,电子式电能表校验装置和集中抄表装置等,最后还附 VV 电缆安全载流量和各种电能计量装置规格性能数据。

本手册可作为电力企业特别是供用电企业从事电能计量及其装置运行、维护、检修、校验和报装接电与抄表核算收费等人员、技术人员和管理人员的必备工具书,也可作为电能计量技术监督参考书和电能计量培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

电能计量技术手册/郑尧,李兆华,谭金超,李斌,谭玉玲编著. —北京:中国电力出版社, 2001

ISBN 7-5083-0722-4

I. 电… II. ①郑… ②李… ③谭… III. 电能—电量测量—技术手册 IV. TM933.4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 052141 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2002 年 1 月第一版 2002 年 1 月北京第一次印刷
850 毫米×1168 毫米 32 开本 17.5 印张 460 千字
印数 0001—4000 册 定价 40.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

NA226/10

前 言

我国电力工业随着工农业、商业、人民生活不断提高和迅速发展，用电户数不断增加，用电量也不断增多，使用电能计量装置（包括电能表）的数量越来越多，特别是住宅用电户实行一户一表计量电量，电能表的数量就大大增加，而且要求质量好，准确度高，所以电能表的好品种增多。并随着新科技发展，电子式电能表开始在现代供用电管理系统中应用，如电子表式单相、三相电能表，电卡电能表，电子式集中抄表装置，电子式校验装置等，可以减轻劳动力，提高工作效率。交流感应式电能表和电子式电能表在工作原理和构造上有所不同，各有其优缺点和适用范围，推广应用电子式电能表，迎合科技发展的要求。

本手册为了使供用电企业电能计量工作人员容易了解和快速掌握各种电能计量装置的运行、维护、检修、安装等的实际操作方法，根据电能计量技术监督标准和国家标准、电力行业标准以及实际情况而编写了本手册。

本手册编写人员是从事电能计量基层实际操作技术业务到技术领导工作的专家、技术人员，积累了大量实际操作和理论技术相结合的正反经验，并且广泛调查研究和收集了大量资料和参考文献后而进行编写的。

本手册在编写过程中，广东省电力试验所杨志培、广东省电力集团公司用电处林德洁、广州市电力工业局梅和等同志予以审稿，并提出了许多宝贵意见，在此表示感谢。

本手册由于编写时间和编写水平所限，难免有缺点和错误，在此请广大读者予以批评指正。

编 著 者

2001 年 6 月

目 录

前 言

第一篇 电能计量概述

第一章 电能计量装置	3
第一节 电能计量装置在发、供、用电中的地位	3
第二节 电能计量装置和经济以及商品的关系价值	4
第三节 国内、国外电能计量装置的发展历史和 现阶段状况	4
第四节 电能表按用途和接线分类	5
第五节 表用电流、电压互感器按用途和接线分类	11
第六节 表用电流、电压互感器按准确度分等级	11
第七节 电能表按准确度分等级	12
第二章 电能计量管理规定	13
第一节 电力法中电能计量管理规定	13
第二节 供用电规程中电能计量管理规定	13
第三节 计量法中电能计量管理规定	15
第四节 电能计量装置规程中设计、安装规定	16
第三章 电能计量专业知识	33
第一节 有关电能方面的电流、电压、电功率、	

功率因数的计算公式	33
第二节 有关电能方面计算的三角函数和计算公式	37
第三节 三相交流电压、电流、相位、相序的相 量画法	39
第四节 相量加减法	44
第四章 电能计量装置关键技术	48
第一节 电能计量装置分类及其配置	48
第二节 高压电能计量装置电压二次回路的电压 降规定	49
第三节 电能表和电流与电压互感器的正确接线	49
第四节 监视高压电能计量装置断流、断压后报警计量正 常电量与时间	51
第五节 窃电情况与防窃电措施	52
第六节 抄表收费方式与电能计量装置的关系	55
第七节 电能计量装置定期轮换检修校验管理工作	57
第八节 电能计量装置技术资料档案管理	58
第九节 用户设备容量变更和电能表配合更换管理	60
第十节 电能表和电流、电压互感器发展趋势	62

第二篇 交流感应式电能表

第五章 交流感应式电能表结构和原理	67
第一节 交流感应式电能表基本结构	67
第二节 交流感应式电能表工作原理	79
第三节 交流感应式电能表转动原理	82
第六章 交流感应式电能表调整装置	89
第一节 交流感应式电能表调整装置名称与作用原理	89

第二节	交流感应式电能表外界因素影响误差·····	100
第七章	其他用途的交流感应式电能计量表计·····	108
第一节	交流感应式标准电能表·····	108
第二节	交流感应式最大需量电能表·····	111
第三节	交流感应式分时计费电能表·····	112
第四节	交流感应式损耗电能表·····	113
第五节	交流感应式长寿命电能表·····	115
第八章	交流感应式电能表检修·····	117
第一节	交流感应式电能表的外部检修·····	117
第二节	交流感应式电能表的内部检修·····	118
第三节	交流感应式标准电能表、无功电能表、 最大需量表、铁损表、铜损表的检修·····	120
第四节	交流感应式电能表的恢复性检修·····	121
第九章	交流感应式电能表校验和调整·····	122
第一节	检定电能表的工作人员条件·····	122
第二节	检定工作必须按国家规定设立场所 和配备标准设备·····	123
第三节	交流感应式电能表检定内容和项目·····	123
第四节	交流感应式单相有功电能表检定工作·····	124
第五节	交流感应式三相有功、无功电能表检 定工作·····	129
第六节	最大需量电能表检定工作·····	133
第七节	复费率电能表检定工作·····	135
第八节	低压电能表现场查验工作·····	136
第九节	高压电能表现场校验工作·····	140
第十节	电能表修试后的质量检查工作·····	144
第十一节	交流感应式单相、三相有功、无功电能	

表校验计算公式·····	145
第十二节 电能表试验、误差技术数据规定·····	148

第三篇 表用互感器

第十章 电压互感器·····	155
第一节 电压互感器基本结构·····	155
第二节 电压互感器工作原理·····	157
第三节 电压互感器接线方式·····	158
第四节 电压互感器准确等级·····	160
第十一章 电流互感器·····	162
第一节 电流互感器基本结构·····	162
第二节 电流互感器工作原理·····	163
第三节 电流互感器接线方式·····	165
第四节 电流互感器准确等级·····	167
第十二章 多抽头式电流互感器·····	169
第一节 多抽头式电流互感器原理和结构·····	169
第二节 多抽头式电流互感器作用和接线·····	170
第三节 多抽头式电流互感器接线注意事项·····	172
第十三章 综合互感器·····	174
第一节 综合互感器结构和原理·····	174
第二节 综合互感器接线方式·····	174
第三节 综合互感器的优缺点·····	174

第十四章	表用互感器试验	176
第一节	电压互感器试验.....	176
第二节	电流互感器试验.....	182
第十五章	低压电能表和互感器特殊接线	187
第一节	用一具单相电能表测量三相电量的接线 和计算.....	187
第二节	用三具单相电能表测量三相电量接线 和计算.....	188
第三节	单相电能表附电流互感器接线和计算.....	189
第四节	三相三线两元件有功、无功电能表附 电流互感器接线.....	190
第十六章	高压电能计量装置正确接线方式	191
第一节	三相三线两元件有功、无功电能表附 高压电压、电流互感器接线.....	191
第二节	三相四线三元件有功、无功电能表附 高压电压、电流互感器接线.....	192
第三节	三相三线两元件有功、无功电能表附高 压电压、电流互感器带输出、输入接线.....	193
第四节	三相三线两元件有功、无功电能表附高 压电压、电流互感器及加装断压、断流计量电 量装置接线.....	194
第五节	高压电能计量柜外形尺寸、型式 接线等规定.....	195

第四篇 高压电能计量二次接线测试与计算

第十七章 高压电能计量二次接线六角图测试	199
第一节 六角图测试基本原理.....	199
第二节 六角图构成相量图.....	203
第三节 用功率表测定六角图步骤和方法.....	204
第四节 用双表法测六角图方法.....	209
第十八章 高压电能计量二次接线六角图分析和运算	213
第一节 用六角图分析二次接线条件.....	213
第二节 用六角图分析二次接线方法与实例.....	220
第三节 用六角图的相量计算二次接线方法实例.....	233
第四节 用相量图计算错误的二次接线更正系数.....	284
第十九章 高压三相三线有功、无功电能表在感性和容性负荷下相量分析与计算	306
第一节 三相三线有功电能表在感性负荷时相量画法与计算.....	306
第二节 三相三线有功电能表在容性负荷时相量画法与计算.....	309
第三节 三相三线 60° 无功电能表在感性负荷时相量画法与计算.....	310
第四节 三相三线 60° 无功电能表在容性负荷时相量画法与计算.....	313
第二十章 电压互感器正确与错误接线比较分析计算	316
第一节 电压互感器开口角形 (V, v 型) 正确接线方法和接线图.....	316

第二节	电压互感器开口角形 (V, v 型) 错误接线与分析计算	318
第三节	电压互感器星形接线 (Y, y 型) 正确接线方法与接线图	328
第四节	电压互感器星形接线 (Y, y 型) 错误接线与分析计算	330
第二十一章 高压电能计量装置断压、断流的更正		
	系数计算	335
第一节	电压互感器开口角形 (V, v 型) 接线三相电能表一、二次断压更正系数计算	335
第二节	电压互感器星形 (Y, y 型) 接线三相电能表一、二次断压更正系数计算	344
第三节	三相电能表的电流互感器二次断线的更正系数计算	355
第四节	接错线、断电压、断电流计算的更正系数技术数据表	358
第二十二章 应用六角图测定法分析负荷潮流输送情况		
第一节	应用六角图测定负荷潮流情况	373
第二节	应用六角图分析负荷潮流输出输入情况	376

第五篇 电子式电能表

第二十三章	电子式电能表测量原理	383
第二十四章	电子式电能表结构与工作原理	385
第一节	输入变换电路	385

第二节	模拟乘法器电路·····	390
第三节	电压/频率(电流/频率)转换电路·····	401
第四节	模/数转换器·····	407
第五节	显示器件及其驱动电路·····	423
第六节	10kV 高压表用电流/电压组合式 传感器(KEVCD)·····	436
第二十五章	电子式电能表功能与分类·····	441
第一节	分时计量功能·····	441
第二节	最大需量计量功能·····	457
第三节	电能测量遥控功能·····	463
第四节	预付费功能及其实施手段·····	468
第五节	断压断流记录仪·····	477
第六节	电压互感器误差补偿仪·····	484
第七节	电流互感器误差补偿仪·····	485
第八节	电压互感器二次线电压降补偿仪·····	487
第二十六章	电子式电能表线路·····	489
第一节	单相电子式电能表线路·····	489
第二节	单片 IC 三相电子式电能表线路·····	493
第三节	CMOS 数模混合集成电路 SA91 三相 电子式电能表线路·····	496
第二十七章	机电脉冲式电子电能表结构与原理·····	501
第一节	单向脉冲式电能表·····	502
第二节	双向脉冲式电能表·····	507
第三节	机电式电子复费率电能表·····	509
第二十八章	电子式电能表校验装置·····	516
第一节	(YC-1893Ⅱ型) 电子式三相电能	

表校验装置.....	516
第二节 (SZ-03 II 型) 电子式三相电能表现场	
校验便携仪.....	521
第三节 (YC-1891 II 型) 电子式单相电能表	
校验装置.....	527
第四节 (DJS- II 型) 电子式电能表集中抄表装置.....	532
附表一 VV 电缆安全载流量表	535
附表二 电能计量装置规格性能数据.....	538
参考文献.....	546

第一篇

电能计量概述



第一章 电能计量装置



第一节 电能计量装置在发、供、用电中的地位

电能是国民经济、工业、商业等人民生活的重要二次能源，电能在现代社会中是普遍使用，不管是工业、商业、交通运输业，还是公用事业，农业以及日常人民生活等，它们都是离不开电能的，如果一个现代化社会，如没有电能是没法生存下去的，所以一个国家发达与否，是可以看它的电气化程度和现代化的水平以及电力工业发展是否满足国民经济和人民生活需求。电能这个商品和其他商品有着不同转化的地方。电能表面是看不见的，但它的能力是很大，它可以产生强大的动力，可以产生很高的温度，可以产生猛烈的光亮等等。电力的生产和其他产品的生产不同，其特点是发电厂发电、供电部门供电、用户用电这三个部门是连成一个系统，不能间断地同时完成，而且是互相紧密联系缺一不可，既然是这样，它们互相如何销售，如何经济计算，那就需要一个计量器具在三个部门之间进行测量计算出电能的数量，这个装置就是电能计量装置，主要由电能表和电流、电压互感器构成。没有它，在发、供、用电三个方面就没法进行销售、买卖，所以电能计量装置在发、供、用电的地位是十分重要的。

若中国参加了世界贸易后，电能计量装置就更显得重要，因为国外要求合理准确计收电费，特别是那些独资厂或合资厂就更加重视电能计量装置。

第二节 电能计量装置和经济 以及商品的关系价值

电能计量装置和经济以及商品的关系，它是随着城市和农村的经济发展，工业、农业、商业、住宅用电日益增加，促使发电、供电量不断增加，而且电能已经是商品，电能的买卖，如何计量和计算其价值呢？这就要靠电能计量装置才能计算出发电量多少？供电量多少？用电量多少？电能计量装置就等于一般商店使用的秤一样，但它比秤复杂，技术性较强，要求较高，所以搞好电能计量工作，正确计量发、供、用电量，对加强监督管理，定期校验、定期检查，不断更新计量装置，杜绝偷电，减少损耗等有着很大的经济效益，也是直接降低损耗的有力措施。

第三节 国内、国外电能计量装置 的发展历史和现阶段状况

我国的电能计量装置的情况是在 20 世纪 50~70 年代都是在搞交流感应式的电能表，并随着时代的不断发展，如电能表的上下轴承问题，由单宝石改为双宝石，再改为磁推轴承；记录器由原来铅合金改为铝合金、塑料等减轻摩擦力，提高灵敏度；电压、电流铁芯的硅钢片改为优质的硅钢片，永久磁铁也改为优质的磁铁，降低了转盘的转速，确保了电能表的稳定性，从而提高电能表的负荷电流和过负荷能力，达到电能表的长寿命要求，所以在 80 年代和 90 年代进行长寿命电能表的研制。随着我国电系技术不断地发展，在 80 年代和 90 年代研制半电子式电能表 and 全电子式电能表，有多功能的电子式电能表，半电子式和全电子式的电卡电能表，脉冲电能表，集中抄表的电能表、断压、断流计量电量电能表分时计费电能表，最大需量表，遥控电话抄表的电能表等。目前电子式的电能表已经开始被使用。由于电子式的电