

电 业 工 人 技 术 问 答 丛 书

电能表修理 技术问答

国家电力公司华东公司 编

中国电力出版社

电 业 工 人 技 术 问 答

电能表修理技术问答

国家电力公司华东公司 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

— 内 容 提 要 —

本书是《电业工人技术问答丛书》之一。

全书以问答的形式系统地介绍了电能表的结构与工作原理、修理方法和故障处理,主要包括电能表修理基础知识、电能表修理专业知识、电力生产基本知识及常用仪器仪表、电能表修理基本知识、电能表修理专门知识共五章。本书以国家职业技能鉴定规范关于电力行业营业用电专业所规定的内容为依据组织编写,内容力求完整,解答中肯,既有概念上的解释,又有作业上的实际经验。专业知识由浅入深,由表及里,是一本专业技术实用手册。

本书适合从事电能计量专业的电能表修理人员和有关技术人员自学和岗位培训使用,也可作为大中专职业学校的专业参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电能表修理技术问答/国家电力公司华东公司编.北京:
中国电力出版社,2003

(电业工人技术问答丛书)

ISBN 7-5083-1438-7

I. 电… II. 国… III. 电度表-维修-问答
IV. TM933. 407-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第015393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>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

+

2003年7月第一版 2003年7月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 13.75印张 277千字

印数 0001—4000册 定价 22.00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)

电业工人技术问答丛书

编委会

主任：冯良芳

副主任：曹寿鹏 沈 炼 罗斌雄 甘霄松

委员：王四知 黄海涛 沈 挺 陈岐山

贾慧莉 葛兢业 吴少伟 韦光庆

王文胜 邹 俭 周云波 黄奇峰

胡国荣 吴书强 曹施忠 陈林生

钟钢军 李长益 宋维宁

本册主编：陈林生

参 编：张 锋 钱晓真

主 审：褚大华

QAB60/27

前 言

为了提高电力生产运行、检修人员和技术管理人员的技术素质和管理水平,适应工人岗位培训的需要,国电华东公司组织华东有关省、市电力局和发电厂、供电局在 1999 年 10 本技术问答的基础上,又补充了 17 本技术问答。分别为:锅炉检修技术问答,化学检修技术问答,汽轮机检修技术问答,发电厂集控运行技术问答,电机检修技术问答,变电检修技术问答,变压器运行技术问答,带电检修技术问答,电测仪表技术问答,送电线路技术问答,电气试验技术问答,配电线路技术问答,内线安装技术问答,电能表校验技术问答,电能表修理技术问答,厂用电安装技术问答,二次线安装技术问答。

丛书本着紧密联系生产实际的原则,采用问答的形式并配以必要的图解,内容以操作技能为主,以基础训练为重点,强调了基本操作技能的通用性和规范化。本丛书内容丰富,覆盖面广,文字通俗易懂,是一套适用性、针对性较强的工人技术培训读物,适合广大电业职工在职自学和岗位培训,亦可作为工程技术人员的参考书。

《电能表修理技术问答》从计量和电子线路的基本概念出发,对电能表的修理进行了深入浅出的阐述。力求读者在熟悉电能表结构和原理的同时能对电能表(机械式和电子式)的故障有一个合理的解决办法。同时还按照国家职业鉴定规程所规定的有关内容简单的介绍了电力系统中的电测仪表、继电器和质量管理等方面的知识。

本书总结了长期工作实践中积累的经验，立题有针对性，答案中肯，有实用性，各题之间具有内在联系，力求达到通俗易懂。

本书由陈林生主编，张锋、钱晓真参编，褚大华主审。

由于编者水平有限，本书有不妥和疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2003 年 1 月

目 录

前言

第一章 电能表修理基础知识

第一节 《计量法》及计量检定	1
1-1-1 简述我国《计量法》的立法宗旨及其施行的意义。	1
1-1-2 什么叫计量器具?	1
1-1-3 计量工作的特性是什么?	1
1-1-4 什么叫测量?	2
1-1-5 什么是直接测量?	2
1-1-6 什么是间接测量?	2
1-1-7 什么叫计量?	2
1-1-8 什么是计量检定?	2
1-1-9 什么是强制检定?	2
1-1-10 什么叫定期检定?	3
1-1-11 什么叫修理后检定?	3
1-1-12 什么叫验收检定?	3
1-1-13 什么叫首次检定?	3
1-1-14 什么叫后续检定?	3
1-1-15 什么叫计量标准?	4
1-1-16 什么叫次级标准和参考标准?	4
1-1-17 什么叫工作标准和传递标准?	4
1-1-18 什么叫搬运式标准?	4
1-1-19 简述计量标准考核的内容。	4

1-1-20	什么是基准?	5
1-1-21	什么是国家基准?	5
1-1-22	什么是副基准?	5
1-1-23	什么是工作基准, 设立工作基准的目的是什么?	5
1-1-24	什么叫标准, 其在国家计量检定系统中的地位 如何?	5
1-1-25	什么是标准量值传递?	6
1-1-26	什么是量值溯源?	6
1-1-27	什么叫检定证书?	6
1-1-28	什么叫不合格通知书?	6
1-1-29	什么叫校准?	7
第二节 法定计量单位及误差		7
1-2-1	什么是计量单位?	7
1-2-2	什么是计量单位制?	7
1-2-3	简述国际单位制。	7
1-2-4	我国使用的法定计量单位及其构成是什么?	8
1-2-5	哪些活动中必须使用法定计量单位?	8
1-2-6	什么是绝对误差?	8
1-2-7	什么是修正值?	8
1-2-8	什么是相对误差?	9
1-2-9	什么是引用误差?	9
1-2-10	什么是电能表的基本误差?	9
1-2-11	什么是方法误差?	9
1-2-12	什么是系统误差? 造成系统误差的主要原因 有哪几个方面?	9
1-2-13	什么是偶然误差? 它有什么特点?	10
1-2-14	什么是粗大误差? 它是怎样产生的?	10
1-2-15	什么叫环境误差?	10
1-2-16	什么是有效数字?	10

1-2-17	什么是电能表的基本误差特性曲线？	11
1-2-18	什么是准确度？	11
1-2-19	什么是正确度？	11
1-2-20	什么是精密度？	11
1-2-21	什么是测量不确定度？	11
1-2-22	简述误差和不确定度的区别。	11
1-2-23	什么叫真值？什么叫约定真值？	12
1-2-24	按误差来源分，系统误差包括哪些？	12
1-2-25	绘出电能表量值传递的检定系统方框图。	13
1-2-26	有关计量单位及误差计算题例。	13
第三节 直流电路		16
1-3-1	简述电场的意义。	16
1-3-2	什么叫电功率？	16
1-3-3	什么叫电能？	17
1-3-4	在直流电路中—电流的频率、电感的感抗、电容 的容抗各为多少？	17
1-3-5	直流电路的计算题例。	17
第四节 交流电路		23
1-4-1	简述正弦交流电的含义。	23
1-4-2	分别简述幅值、频率和初相位的基本概念。	23
1-4-3	简述正弦的矢量的含义。	23
1-4-4	简述相位和相序的含义。	23
1-4-5	何谓正序电压、负序电压和零序电压？	24
1-4-6	什么叫参考电压？	24
1-4-7	什么叫击穿电压？	24
1-4-8	简述相位同相、相位反向、相位超前、相位滞 后是什么含义。	24
1-4-9	什么叫三相三线制？	25

1-4-10	什么叫三相四线制?	25
1-4-11	什么叫相电压? 什么叫线电压? 它们有什么 关系?	25
1-4-12	什么叫相电流? 什么叫线电流?	25
1-4-13	什么叫中性点? 什么叫中性线? 什么叫地线?	26
1-4-14	什么是三相对称电路?	26
1-4-15	什么叫电抗?	26
1-4-16	什么叫容抗?	26
1-4-17	什么叫功率三角形?	27
1-4-18	什么是阻抗三角形?	27
1-4-19	何谓中性点位移?	27
1-4-20	什么叫无功功率?	27
1-4-21	什么叫视在功率和功率因数?	27
1-4-22	功率因数低的原因是什么?	28
1-4-23	功率因数低有何危害?	28
1-4-24	简述无功电能的测量意义。	28
1-4-25	试述并联电容器提高功率因数对用户、电网 的好处。无功补偿电容越大越好吗? 为什么?	29
1-4-26	交流电路计算题例。	30

第五节 电磁现象 38

1-5-1	什么叫磁体、磁力、磁力线和磁通量?	38
1-5-2	什么叫磁路?	39
1-5-3	简述磁场的概念。	39
1-5-4	什么叫涡流?	39
1-5-5	什么叫磁动势?	39
1-5-6	磁感应强度的定义是什么?	39
1-5-7	什么是漏磁和剩磁?	40
1-5-8	什么是磁滞损耗?	40
1-5-9	简述电磁感应定律的内容。	40

1-5-10	简述楞次定律的内容。·····	40
1-5-11	什么是涡流损耗? ·····	40
1-5-12	什么是磁屏蔽? ·····	41
1-5-13	怎样用右手螺旋定则判断导线周围磁场的 方向? ·····	41
1-5-14	怎样用右手螺旋守则判断通电线圈内磁场 的方向? ·····	41
1-5-15	怎样用左手定则测量载流导体的运动方向? ·····	41
1-5-16	磁场对载流体的作用力叫什么? 如何判定作 用力的方向? ·····	41
1-5-17	什么是左手定则? ·····	42
1-5-18	什么是右手定则? ·····	42
1-5-19	什么叫感应电动势? ·····	43
1-5-20	什么叫自感电动势? ·····	43
1-5-21	磁路的计算题例。·····	43

第六节 电子技术基础 ····· 45

1-6-1	PN 结是怎样形成的? ·····	45
1-6-2	简述 PN 结的单向导电性。·····	46
1-6-3	二极管的伏安特性是怎样的? ·····	47
1-6-4	简述二极管的直流参数。·····	48
1-6-5	稳压二极管的伏安特性是怎样的? ·····	49
1-6-6	简述发光二极管及其作用。·····	50
1-6-7	简述三极管电流分配关系。·····	50
1-6-8	如何进行共射极放大电路的运算? ·····	51
1-6-9	简述共射极放大电路各元件的作用。·····	52
1-6-10	简述射极偏置电路工作点的稳定过程。·····	54
1-6-11	简述集电极—基极偏置电路的反馈原理。·····	54
1-6-12	简述射极输出器的工作原理。·····	55
1-6-13	如何计算射极输出器的放大电压倍数? ·····	56

1-6-14	射极跟随器的输入电阻有什么特点?	57
1-6-15	如何计算射极输出器的输出电阻?	58
1-6-16	简述射极输出器的特点。	59
1-6-17	简述共基极电路的工作原理。	59
1-6-18	简述共集—共射电路的工作原理。	60
1-6-19	简述共集—共集电路的工作原理。	61
1-6-20	简述共射—共基电路的工作原理。	62
1-6-21	简述结型场效应管的结构。	63
1-6-22	简述结型场效应管的工作原理。	63
1-6-23	简述差动放大器的工作原理。	66
1-6-24	什么叫整流?	67
1-6-25	常用的交流整流电路有哪几种?	67
1-6-26	简述半波整流电路的工作原理。	67
1-6-27	简述全波整流电路的工作原理。	69
1-6-28	简述单相桥式整流电路的工作原理。	70
1-6-29	简述三相半波整流电路的工作原理。	71
1-6-30	简述三相桥式整流电路的工作原理。	73
1-6-31	简述滤波器的作用。	74
1-6-32	简述脉冲及脉冲的种类。	75
1-6-33	简述脉冲的三个主要参数。	75
1-6-34	基本脉冲变换电路有哪几种? 试分别简述。	76
1-6-35	在晶体管电路中, 什么叫门槛电压?	79
1-6-36	简述电压串联负反馈电路的工作原理。	79
1-6-37	简述电流并联负反馈电路的工作原理。	80
1-6-38	简述电压并联负反馈电路的工作原理。	82
1-6-39	简述 RC 正弦波振荡器的原理和特性。	82
1-6-40	简述影响 LC 振荡器的振荡频率的因素。	84
1-6-41	简述石英晶体的基本特性。	84
1-6-42	简述石英晶体振荡器的特性。	84
1-6-43	简述石英晶体振荡器的基本电路形式。	85

1-6-44	简述外接电容对石英晶体振荡器频率的校正作用。·····	86
1-6-45	简述方波发生器的工作原理。·····	87
1-6-46	何谓二进制? ·····	89
1-6-47	简述二进制数、八进制数、十六进制数及其和十进制数的关系。·····	89
1-6-48	简述二进制数与十进制数之间的转换方法。·····	90
1-6-49	简述八进制数、十六进制数与十进制数之间的转换方法。·····	91
1-6-50	简述八进制数、十六进制数与二进制数之间的转换方法。·····	92
1-6-51	简述数字电路的定义。·····	93
1-6-52	简述“与运算”的概念。·····	93
1-6-53	简述“或运算”的概念。·····	94
1-6-54	简述“非运算”的概念。·····	95
1-6-55	简述由半导体二极管组成的与门电路的工作原理。·····	95
1-6-56	简述由半导体二极管组成的或门电路的工作原理。·····	97
1-6-57	简述由半导体三极管组成的基本反相器电路的工作原理。·····	98
1-6-58	简述二极管、三极管组成的 DTL 与非门电路的工作原理。·····	99
1-6-59	简述 TTL 与非门的工作原理。·····	100
1-6-60	简述 NMOS 反相器的工作原理。·····	101
第七节 一次系统及互感器 ·····		102
1-7-1	电力工业有何特点? ·····	102
1-7-2	电力负荷是如何分类的? ·····	103
1-7-3	为什么要进行电力负荷控制? 它有什么作用? ·····	103

1-7-4	简述电力系统的基本构成。·····	104
1-7-5	电力网中的三项指标指的是什么? ·····	104
1-7-6	哪些是电力系统的一、二次设备? 什么叫一、 二次回路? ·····	104
1-7-7	我国电力系统中性点接地方式有哪几种? 它们各有什么特点? ·····	104
1-7-8	什么是短路? 短路的后果是什么? ·····	105
1-7-9	什么叫电力系统的稳定? ·····	105
1-7-10	何谓系统振荡? ·····	106
1-7-11	电力系统振荡和短路的区别是什么? ·····	106
1-7-12	什么叫过电压? ·····	106
1-7-13	何谓正弦交流电的三要素? ·····	106
1-7-14	分别简述电源、电压、电路、频率的概念。 ·····	106
1-7-15	装设接地线有哪些要求? ·····	107
1-7-16	三相电路中, 中性线的作用是什么? ·····	107
1-1-17	什么是三相四线制供电? 为什么中性线 (零线) 不允许断路? ·····	107
1-7-18	何谓电流互感器的额定容量? ·····	108
1-7-19	电流互感器的额定电压是什么含义? ·····	108
1-7-20	电流互感器在进行误差测试之前进行退磁 的目的是什么? ·····	108
1-7-21	简述电压互感器的基本结构是什么。 ·····	108
1-7-22	简述电压互感器的工作原理。 ·····	108
1-7-23	电压互感器二次短路会产生什么后果? ·····	109
1-7-24	说明电压互感器的工作原理和产生误差的 主要原因。 ·····	109
1-7-25	说明电流互感器的工作原理和产生误差的 主要原因。 ·····	109
1-7-26	电压互感器误差的含义是什么? 如何减小 误差? ·····	110

1-7-27	什么叫互感器的合成误差?	111
1-7-28	S 级电流互感器的使用范围是什么?	111
1-7-29	如何用直流感测定单相电压互感器的极性?	111
1-7-30	如何用直流感测定电流互感器的极性?	112
1-7-31	使用中的电流互感器二次回路若开路, 会产生什么后果?	112
1-7-32	测量用电流互感器至电能表的二次导线的材料和截面有何要求?	112
1-7-33	有一只 0.2 级 35kV、100/5A 的电流互感器, 额定二次负载容量为 30VA, 试求该互感器的额定二次负载总阻抗是多少?	113
1-7-34	电压互感器运行时有哪些误差, 影响误差的因素主要有哪些?	113
1-7-35	运行中的电流互感器误差的变化与哪些工作条件有关?	114
1-7-36	电流互感器运行时有哪些误差, 影响误差的因素主要有哪些?	114
1-7-37	电流互感器运行时造成二次开路的原因有哪些, 开路后如何处理?	115
1-7-38	运行中电流互感器二次开路时, 二次感应电动势大小如何变化? 它与哪些因素有关?	116
1-7-39	同一台电压互感器, 铭牌上为什么有多个准确度级别和多个额定容量? 电压互感器二次负载与额定容量有何关系?	116
1-7-40	新(增)装低压用户装表接电时应注意哪些问题? 为何要排除单相用户相线、中性线颠倒接线?	117
1-7-41	单相电能表相(火)线、中性线颠倒接入对用户用电是否影响? 对电能表的准确度有没有潜在的影响?	118

第八节 继电保护与二次回路 118

- 1-8-1 什么是继电保护和安全自动装置？它们有什么作用？ 118
- 1-8-2 电力系统对继电保护的基本要求是什么？ 119
- 1-8-3 继电保护装置在电力系统中的基本任务是什么？ 119
- 1-8-4 简述继电保护的基本原理。 119
- 1-8-5 继电器按其动作原理可分哪些型式？ 120
- 1-8-6 继电器一般怎样分类？试分别简述。 120
- 1-8-7 试述电磁型继电器的工作原理，按其结构型式可分为哪几种？ 120
- 1-8-8 试述感应型继电器的工作原理。 121
- 1-8-9 整流型继电器由哪些回路构成？简述其工作原理。 121
- 1-8-10 简述晶体管继电保护装置的构成。 121
- 1-8-11 继电保护的原理图有何优点？ 122
- 1-8-12 继电保护的展开图有何特点？ 122
- 1-8-13 继电保护的安装图有何特点？ 123
- 1-8-14 何谓继电保护装置的选择性？ 123
- 1-8-15 何谓继电保护装置的速度性？ 123
- 1-8-16 何谓继电保护装置的灵敏性？ 123
- 1-8-17 何谓继电保护装置的可靠性？ 124

第二章 电能表修理专业知识

第一节 电能表的分类 125

- 2-1-1 交流电能表按其用途可以分为哪几类？其中常见的有哪些？分别简述其用途。 125
- 2-1-2 什么是三磁通型感应式仪表？ 125
- 2-1-3 什么是有功电能表？ 125
- 2-1-4 什么是无功电能表？ 126

2-1-5	什么是最大需量表？	126
2-1-6	什么是标准电能表？	126
2-1-7	什么是复费率电能表？	126
2-1-8	什么是脉冲电能表？	126
2-1-9	什么是多功能电能表？	126
2-1-10	什么是损耗电能表？	126
2-1-11	什么是预付费电能表？	127
第二节 感应式电能表结构与原理		127
2-2-1	简述感应式电能表的工作原理。	127
2-2-2	什么是转动力矩？	127
2-2-3	产生转动力矩的必要条件是什么？转动力矩的方向遵循什么规定？	127
2-2-4	简述相位角误差。	128
2-2-5	一般情况下，流过电能表的电压绕组的电流滞后电压多少度？感应式电能表是如何实现 $\Psi = 90^\circ \pm \varphi$ 这一条件的？	128
2-2-6	电能表圆盘上存在的涡流是什么？	128
2-2-7	什么叫电流工作磁通？	128
2-2-8	什么叫电压工作磁通？	128
2-2-9	图 2-2-1 (a) 为某两个时刻圆盘上感应电流和电磁力之间的关系图，请标出感应电流和电磁力方向。磁通方向指向纸面“x”为正。	129
2-2-10	按图 2-2-2 (a) 中给出的在时间 $t_1 \sim t_2$ 时的波形图，画出圆盘上的磁通方向和涡流方向。（设从上到下的磁通方向为正）	129
2-2-11	如何判断圆盘上所受电磁力的方向？	130
2-2-12	简述相角误差产生的原因，并用相量图表示造成 $\Psi \neq 90^\circ - \varphi$ 的 δ 角的客观存在。	131
2-2-13	写出相位角误差的近似表达式，并加以说明。	132