

《電世界》信箱選集

(第二分冊)



《電世界》信箱选集

(第二分册)

上海市电机工程学会

《電世界》编辑委员会编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书是从《电世界》月刊五十年代以来“读者信箱”专栏所刊载过的1,000多则问题和解答汇选、分类重新修订而成。本分册内容包括:变压器、高低压电器、电线电缆、电焊机、仪表、电池、照明及其它电器的有关基本原理与结构、运行、故障、维修、测试、改换等具有代表性的实际技术问题。一问一题,解答开门见山,深入浅出,简明扼要。

本书可供工厂企业从事电工的技工、技术人员和大中专学校师生参考。

2536/28

封面设计 董黎明

《电世界》信箱选集

(第二分册)

上海市电机工程学会《电世界》编辑委员会编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 丹阳人民印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张9 字数191,000

1984年9月第1版 1984年9月第1次印刷

印数: 1—46,500

统一书号: 15119·2330 定价: 0.86元

前 言

上海市电机工程学会编辑委员会汇编出版的《电动机文辑》、《变压器文辑》、《读者信箱》、《电工问答》等《电世界》丛书曾深受广大读者所欢迎。自从六十年代初期以后，丛书随着《电世界》暂时停办而中断出版。

《电世界》复刊以来，在广大读者热切要求下，经编辑委员会决定，拟于近年陆续恢复丛书的编选出版工作。蒙上海科学技术出版社大力支持，《读者信箱》拟先予出版。

本信箱选集由编辑委员会委请殷元章同志担任主编，王群枯、柯士锵同志担任副主编，经酝酿分三个分册出版。本分册内容为变压器、高低压电器、电线电缆、电焊机、仪表、电池、照明及其它电器。由郑景清、张景馨、李中藩、沈述纪、王海帆、林淦秋、孙大用、何雪影等同志负责编辑，朱建德、冯维泰、顾荣保同志担任责任编辑。

本分册的各有关专业内容得到广大专家的支持，并经常为《电世界》信箱解答、审稿，在此谨向李介谷、杨庆令、董锦垣、袁仕兴、陈叔涛、陈孝威、陈一新、李慧林、陆建功、邱民德、沈沾乘、陆明明等同志表示感谢。

上海市电机工程学会《电世界》编辑委员会

1983年7月1日

目 录

第一章 变压器、互感器、调压器与电抗器

1-1 变压器基本原理和构造	1
1.1.1 变压的原理	1
1.1.2 容量、效率、阻抗的确定	2
1.1.3 铁损和铜损的确定	5
1.1.4 温升的限值	6
1.1.5 设计参数的选择	7
1.1.6 贮油柜上油面表	8
1.1.7 安全气道的爆破薄膜	8
1-2 变压器的连接和改接	9
1.2.1 出线端的接法	9
1.2.2 连接组别和时钟表示法	11
1.2.3 三相 V/V 连接的电流和功率	13
1.2.4 自耦变压器的连接	15
1.2.5 变压器串联使用	16
1.2.6 三台单相变压器接成三相	16
1.2.7 三相变压器带单相负载	18
1.2.8 电力变压器改为自耦变压器	19
1-3 变压器运行	20
1.3.1 60 赫变压器用于 50 赫电源	20
1.3.2 改变电压运行	20
1.3.3 电压换算和改绕	23
1.3.4 内部过电压	24

1.3.5	中性点接地电流	24
1.3.6	用水冷却变压器	25
1.3.7	用1:1变压器安全供电	25
1.3.8	二次侧的失压保护	26
1.3.9	线圈绝缘老化的判断	26
1-4	变压器故障	27
1.4.1	空载合闸一相熔断	27
1.4.2	空载损耗过大	28
1.4.3	中性线发热	28
1.4.4	三相电流或三相电阻不平衡	29
1.4.5	过载运行	30
1.4.6	气体继电器报警	30
1.4.7	线圈匝间击穿	31
1.4.8	一相接地或断相	32
1.4.9	不正常响声	33
1.4.10	雨雪下的故障	34
1-5	变压器修理	36
1.5.1	空铁心估算	36
1.5.2	单相变压器修理	41
1.5.3	绕组排列和导线换位	43
1.5.4	铝线圈的焊接	44
1.5.5	硅钢片间的绝缘	45
1.5.6	烘燥	46
1.5.7	器身和外壳的清洗	49
1.5.8	套管渗漏检修	50
1.5.9	油箱漆色	51
1-6	变压器油及其处理	52
1.6.1	油的作用和性能指标	52
1.6.2	油的型号和使用	53

1.6.3	油的性能测定	55
1.6.4	油的处理和再生	57
1.6.5	滤油的设备和方法	60
1.6.6	防止油老化的方法	62
1-7	变压器测试	63
1.7.1	线圈的测试	63
1.7.2	空载试验	64
1.7.3	绝缘电阻和泄漏电流的测试	64
1.7.4	耐压试验	67
1.7.5	大修后的试验项目	67
1-8	特殊变压器	68
1.8.1	高压试验变压器	68
1.8.2	汞弧整流变压器	71
1.8.3	X光机变压器	71
1.8.4	可控硅励磁装置中复励变压器	72
1-9	互感器	72
1.9.1	互感器的容量	72
1.9.2	电流互感器的原理和结构	74
1.9.3	电流互感器二次侧开路问题	76
1.9.4	电流互感器的误差	78
1.9.5	电流互感器的极性测试	79
1.9.6	电流互感器的安装和使用	81
1.9.7	电流互感器的改装	81
1.9.8	电流互感器的异声	82
1.9.9	电压互感器用单相变压器代替	82
1.9.10	电压互感器的连接	83
1.9.11	三相三绕组电压互感器第三绕组的作用	86
1.9.12	电压互感器的感应耐压试验	87
1-10	调压器与电抗器	88

1.10.1	调压器变压规律	88
1.10.2	调压器的接线	89
1.10.3	调压器绕组烧坏	90
1.10.4	电抗器的容量	90
1.10.5	起动电抗器	91

第二章 高压开关设备

2-1	高压开关	92
2.1.1	断路器与隔离开关的区别	92
2.1.2	高压开关适用的海拔高度	92
2.1.3	空气断路器的作用	93
2.1.4	油断路器容量的选择	94
2.1.5	油断路器的套管	94
2.1.6	油断路器接地线不可借用变压器中性线	95
2.1.7	6.6 千伏油断路器用于 10 千伏线路	96
2.1.8	35 千伏高压油断路器跳闸	97
2.1.9	高压隔离开关接触面烧伤	97
2-2	操动机构	98
2.2.1	电磁操动改为手动	98
2.2.2	直流电磁操动机构改为交流使用	99

第三章 低压电器

3-1	基本概念	100
3.1.1	高海拔和使用环境对低压电器的影响	100
3.1.2	频率对低压电器的影响	101
3.1.3	触头的焊接	102
3.1.4	胶木绝缘材料烧焦导电	103
3-2	接触器	103
3.2.1	线圈烧坏	103

3.2.2	线圈修理和计算	104
3.2.3	线圈直流改交流	106
3.2.4	短路环发热	107
3.2.5	有振动响声	108
3.2.6	触头烧坏和修理	109
3.2.7	交流接触器无声节电运行	111
3.2.8	电动机的Y点用接触器接在一起	114
3.2.9	交流接触器不释放	115
3-3	自动开关	116
3.3.1	电磁铁线圈串联线绕电阻	116
3.3.2	遥控合闸电磁铁的遥控电路	116
3.3.3	绝缘电阻	117
3.3.4	柴油发电机组的自动开关	118
3-4	起动器	119
3.4.1	动静触头烧坏	119
3.4.2	铁心振动	120
3.4.3	提高寿命	121
3.4.4	电磁补偿器的使用	121
3-5	电磁铁	122
3.5.1	电磁铁计算	122
3.5.2	线圈烧坏	122
3.5.3	延时动作	123
3-6	熔断器和刀开关	123
3.6.1	熔丝安全载流量的计算	123
3.6.2	铜丝作熔丝	125
3.6.3	闸刀开关的熔丝装置	126
3.6.4	刀闸轮流发热	126
3.6.5	用熔丝的开关接法	126
3.6.6	电动机用熔丝的选择	127

3-7 继电器	128
3.7.1 逆电流继电器的动作原理	128
3.7.2 冲击继电器的作用原理	128
3.7.3 速断保护继电器	129
3.7.4 汽车继电调节器中的截流继电器	129
3.7.5 电压继电器改为电流继电器	130
3.7.6 继电器触头换修	130
3-8 其它低压电器	131
3.8.1 检漏器构造和原理	131
3.8.2 发爆器电压不足	132
3.8.3 电流换相开关	133

第四章 电 线 电 缆

4-1 导线	135
4.1.1 截面换算和线号	135
4.1.2 载流量	136
4.1.3 橡胶绝缘	138
4.1.4 塑胶线的绝缘电阻	138
4.1.5 铜、铝、铁导线(导体)的连接	140
4-2 电缆	141
4.2.1 载流量	141
4.2.2 耐压试验	141
4.2.3 连接和终端头	142
4.2.4 芯线间的电容	143
4.2.5 探测故障点	144
4.2.6 受潮	147
4.2.7 涡流损耗与磁滞损耗	148
4.2.8 中频电流用同轴电缆	149
4.2.9 短段电缆的处理	149

4.2.10 电缆、电线火灾的灭火	150
-------------------------	-----

第五章 电 焊 机

5-1 交流电焊机	151
5.1.1 结构和原理	151
5.1.2 容量的计算	152
5.1.3 运行中的故障	153
5.1.4 改绕	154
5-2 直流电焊机	155
5.2.1 焊机的接地线	155
5.2.2 运行中的故障	156
5.2.3 换向器火花和发黑	158
5-3 点焊机和对焊机	161
5.3.1 点焊机电极的选用	161
5.3.2 电容贮能点焊机的焊接厚度	162
5.3.3 对焊机的焊接断面积	163
5-4 电焊机的选用	163
5.4.1 缝焊时焊机的选用	163
5.4.2 交、直流电焊机同时焊一个工件	164
5.4.3 交、直流电焊机空载耗电量	164

第六章 整 流 电 路

6-1 硅整流电路	166
6-2 可控硅整流电路	170
6-3 热阴极离子管	172

第七章 电 工 仪 器 仪 表

7-1 电流表和电压表	173
-------------------	-----

7.1.1	结构原理及符号	173
7.1.2	改变量程	176
7.1.3	测量误差	179
7.1.4	表的内阻测定	181
7.1.5	外磁场对电流表的影响	182
7-2	万用电表	182
7.2.1	故障和损坏原因	182
7.2.2	检查和修理	183
7-3	兆欧表	184
7.3.1	结构原理	184
7.3.2	使用注意事项	185
7.3.3	损坏原因	187
7-4	电度表	187
7.4.1	结构原理与容量选择	187
7.4.2	测量误差	190
7.4.3	潜动	192
7.4.4	起动	194
7.4.5	倒转与停转	195
7.4.6	接线方法	200
7.4.7	电压线圈保护	201
7.4.8	改绕	202
7.4.9	校验和调整	203
7.4.10	互感器的配用和读数	206
7.4.11	有功电度表测无功电度、功率因数等方法	207
7.4.12	无功电度表	211
7-5	其它电工仪器仪表	211
7.5.1	钳形电流表的结构原理	211
7.5.2	功率表	211
7.5.3	功率因数表	212

7.5.4	双臂电桥检流计	217
7.5.5	电阻温度计	217
7.5.6	八线示波器	218
7.5.7	氖灯转速测试器	219
7.5.8	测电笔原理和使用	220
7-6	仪用互感器	222
7.6.1	互感器与电表容量的配合	222
7.6.2	10 千伏级电压互感器用于 6 千伏级	224

第八章 蓄电池和干电池

8-1	酸性蓄电池	226
8.1.1	容量确定及计算方法	226
8.1.2	电解液及其成分	227
8.1.3	充电和过充电	228
8.1.4	使用和修理	231
8.1.5	极板的故障和修理	232
8.1.6	贮存方法	235
8-2	碱性蓄电池	237
8.2.1	种类和型号	237
8.2.2	电解液	238
8.2.3	使用和恢复容量	239
8.2.4	充电	240
8-3	干电池	241
8.3.1	种类和结构	241
8.3.2	贮存方法	242

第九章 电气照明

9-1	白炽灯	244
9.1.1	结构和寿命	244

9.1.2	功率和阻值	246
9.1.3	接线	247
9-2	荧光灯(日光灯)	248
9.2.1	起辉器原理和质量鉴别	248
9.2.2	镇流器原理和测试	249
9.2.3	镇流器的接法	251
9.2.4	电容器的作用和接法	253
9.2.5	荧光灯的故障	256
9.2.6	灯管两端有微光	257
9.2.7	快速启辉荧光灯	258
9-3	高压水银荧光灯	258
9.3.1	启辉原理	258
9.3.2	质量的鉴别	260
9-4	氖气灯	261
9.4.1	启辉原理	261
9.4.2	接线	261

第十章 其它电器

10-1	电热器	263
10.1.1	电热丝的工作电流	263
10.1.2	电热丝的单位表面负荷	264
10.1.3	电热干燥室功率和电热丝的设计	265
10-2	电铃	267
10-3	电磁探伤器	267
10.3.1	电磁探伤器的应用	267
10.3.2	探伤后的退磁	269
10-4	电磁软水器	270
10.4.1	电磁软水器的应用	270
10.4.2	软水器的作用	270

第一章 变压器、互感器、 调压器与电抗器

1-1 变压器基本原理和构造

1.1.1 变压的原理

【问】 变压器的一次侧(初级)绕组通以交流电无短路现象,但通以直流电则短路,何故? 变压器能否使直流电直接变压?

【答】 以交流电通入变压器一次侧绕组,因电流不断变化,磁通也随着变化,磁通变化就有反电势感应于该绕组内。电源电压大部分用以克服此反电势,其余因绕组阻抗而降去。这就是说,电源电压与反电势之差,用以克服变压器本身的阻抗。阻抗包括绕组的有效电阻及漏磁电抗。变压器如没有负荷,即二次侧(次级)分断时,一次侧只有微小的空载电流,用以维持铁心内的励磁。当二次侧接上负荷有电流输出时,一次侧电流也相应增加,没有短路现象。但以直流电通入时,因电流方向恒定不变并无反电势,全部电源电压降于电阻内,且直流电不产生电抗,故电流非常大,就造成短路现象。

此外,如以恒定直流电通入一次侧绕组,其铁心内的磁通也恒定不变,就不能在二次侧绕组内感应电势,所以不能起变压作用。但是如果通入的一次侧电流是脉动的,则在铁心内产生的磁通也引起变化,就能在二次侧绕组内产生感应电势。脉动直流电可分解为不变的直流加变动的交流两部分,其交

流成分当然可以感应电压于二次侧绕组。凡电流变动,致使二次侧绕组联系的磁通发生变动时,则二次侧绕组内均能感应电势。所以,脉动直流或断续直流都有变压作用,不过当电流增加时所感应的电势与电流减低时所感应的电势相反,所以二次侧绕组的电压是交流的而不是直流的。

1.1.2 容量、效率、阻抗的确定

【问】 一台变压器的容量是指输入容量还是输出容量?

【答】 每台变压器均在铭牌上标明容量大小,一般以千伏安表示。按标准规定:容量是指一次侧维持额定电压;二次侧维持额定电流下运行时的容量值(假如换算至变压比为1:1的变压器)。在实际使用中,真正连接至输出端的容量略小于铭牌上的容量,因为二次侧感应电压接上负载后降至其输出端电压,而一次侧输入容量已略高于铭牌上的容量。这是由于一次侧电流包含除铭牌上的额定电流外,在矢量上又增加了空载电流。鉴于输入与输出的容量与铭牌标明的容量相差不大,为简化计,通常可认为铭牌上的容量即变压器的输出容量。

【问】 一台变压器的效率是否永远不变?其计算方法如何?

【答】 变压器的效率随着它的负载大小和负载功率因数而变,负载改变时其负载损耗随着负载率的平方而变。通常在功率因数为1、额定负载时的效率按下式计算

$$\eta = \frac{\text{额定输出功率}}{\text{输入功率}} = \frac{\text{额定输出功率}}{\text{额定输出功率} + P_0 + P_k}$$
$$= \left(1 - \frac{P_0 + P_k}{\text{额定输出功率} + P_0 + P_k} \right) \cdot 100\%$$

式中: η ——额定负载及功率因数为 1 时的效率;

P_0 ——空载损耗;

P_k ——负载损耗。

在负载率为 k 及负载功率因数为 $\cos \varphi$ 时的效率可按下式计算

$$\eta \approx \left(1 - \frac{P_0 + k^2 P_k}{k P_2 \cos \varphi + P_0 + k^2 P_k} \right) \cdot 100\%$$

式中: P_2 ——额定输出容量。

例如有一台 100 千伏安变压器, 空载损耗 P_0 为 0.52 千瓦, 负载损耗 P_k 为 2.35 千瓦, 则在负载为 25%、50%、75%、100% 且负载功率因数为 0.8 时的效率可见附表所计算:

负载率 k	$k P_2 \cos \varphi$ (千瓦)	P_0 (千瓦)	$k^2 P_k$ (千瓦)	$P_0 + k^2 P_k$ (千瓦)	$\eta(\%)$
25%	20	0.52	0.15	0.67	96.76
50%	40	0.52	0.58	1.1	97.32
75%	60	0.52	1.32	1.84	97.02
100%	80	0.52	2.35	2.87	96.54

【问】 三相变压器 500 千伏安、6000 伏、48.1 安, 阻抗电压为 3.91%, 如何求高低压阻抗、电阻、电抗及有功、无功功率?

【答】 根据所附数字仅有阻抗电压百分值, 则其阻抗(欧姆值)如下:

假定为 Y-Y 接法, 化为高压侧的等值阻抗

$$Z_p = \frac{E_Z}{I_p} = \frac{E_p \times e_Z}{I_p \times 100}$$

式中: E_p ——高压额定相电压, 为 $6000/\sqrt{3} = 3464$ 伏;