

全国星火计划丛书

农电技术问答丛书

涂会田 编

中小型变压器

中国电力出版社

176950

TM4-44

3886

丛书 农电技术问答丛书

中小型变压器

涂会田 编

中国电力出版社

北京三里河路六十六号（原机械工业出版社）

内 容 提 要

本书是全国星火计划丛书《农电技术问答丛书》之一，主要讲述中小型变压器的有关知识。

本书共分5章，分别是：1. 变压器的基本原理和结构；2. 变压器的运行及维修；3. 变压器的试验；4. 变压器的保护；5. 变压器常用参数的计算。

本书可供广大农村电工、乡镇企业电工使用，也可供农电管理干部及其他有关人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

中小型变压器/涂会田编. -北京：中国电力出版社，1998

(全国星火计划丛书·农电技术问答丛书)

ISBN 7-80125-642-5

I. 中… II. 涂… III. 变压器-问答 IV. TM4-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 01236 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 邮政编码100044)

北京鑫正大印刷厂印刷

各地新华书店经售

1998年4月第一版 1998年4月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 6.125印张 127千字

印数0001—6070册 定价7.00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)

全国星火计划丛书

农电技术问答丛书

编委会名单

主 任	杨洪义				
副主任	宗 健	原固均	张克让		
委 员	万千云	黎 英	靳春城	王立新	
	朱鹤梅	李光保	齐立新	商福恭	
	刘建民	王明立	黎其臻	孙保安	
	涂会田	殷乔民	邹仇平	黄迺元	
	赵孟祥	肖 兰	丁 雁	杨元峰	

14544/54

序 言

随着改革开放的不断深入和农村经济的蓬勃发展，我国农村电力事业取得了令人瞩目的成就。农村用电水平、通电率和电网技术水平得到很大提高，农村电网规模发展很快，农村用电结构不断改善，农电职工队伍逐渐成长壮大，农电管理体制的改革取得新进展，各级管理机构日益健全。特别是近年来，通过开展电力为农业、为农民、为农村经济服务的电力“三为”服务活动，实施电力扶贫工程，建设农村电气化县，进一步加强了农电企业的精神文明和物质文明建设，取得了很大成绩。

为了适应农村电气化新形势的要求，必须花大力气，做切实的工作，尽快提高 100 多万农电职工的科技素质和知识水平。但由于农电工人队伍流动性大，农电方面适用的技术图书又相对比较缺乏，农电工人的培训工作一直难度很大，任务较重。

中国电力出版社在《农村电工》杂志社的协助下，通过分析市场需求和图书结构，组织出版了这套《农电技术问答丛书》（共九分册），得到了各方面的支持，并列入全国星火计划。这套丛书的作者都来自农电生产一线，有着丰富的实践经验。他们在广泛收集资料和充分调研的基础上，归纳出农电工作中最常见的实际问题，采用一问一答的形式在书中给予解答，而且非常注意知识的体系化。整套丛书基本覆盖了农电各技术领域，内容简明实用，详略得当，文字简洁流畅，是农电领域不可多得的一套好书，特此推荐。

为保证丛书的质量，国家电力公司农电发展局委托中国电力出版社专门组织有关专家对丛书进行了审定。在丛书即将付梓之际，谨对所有在丛书编辑出版过程中付出劳动的同志表示感谢。希望能有更多的同志结合农电工作实际，总结工作经验，写出更多更好的农电图书来。

是为序。

国家电力公司农电发展局局长 杨洪义

1998年3月12日

前 言

中小型变压器是农村电网中的主要设备。随着近年来农村用电负荷的增长，农用中小型变压器的单台额定容量和总容量在不断提高，乡镇企业、行政村使用小型变压器已不再能满足负荷需求，正逐步上升到使用中型变压器供电，自然村及以下用户则仍以小型变压器供电为主。因此本书的讲述范围除小型变压器外，对中型变压器的有关知识也作了相当篇幅的介绍。

本书的目的是帮助广大农村电工、农电管理干部了解中小型变压器的基础理论知识，熟悉中小型变压器的原理结构，熟练掌握中小型变压器的运行、管理知识及维护、检修等实际操作技能，以利管好用好这类电气设备，使其更好地发挥作用，服务于农村的经济发展。因此，本书是在了解广大农村电工、农电管理干部的实际需要并结合本人长期从事基层供电工作的经验而写成的。

本书的特点之一是兼顾了中型变压器用户和小型变压器用户的需要，在重点讲述小型变压器有关知识的基础上对中型变压器也作了较深入的论述。特别是本书第三章和第四章，其列出的大多数题目均涉及到中型变压器。

目前农村电网的管理以安全运行为基础，以经济运行为目标。考虑到广大农村电工、农电管理干部在电网运行管理中，经常要进行变压器有关经济运行参数的计算，因此，本书设置了第五章变压器常用参数的计算，重点介绍了变压器常用经济运行基本参数的计算。这也是本书特点之一。

本书的另一特点是充分吸取了目前最新的科技成果。在讲述中小型变压器的维护和检修时，尽量介绍现行采用的新材料、新工艺。在引用有关规程条文时，均以符合国家现行规程规范为准则，便于读者掌握相关的规程规范。另外，全书的图形符号、文字符号和计量单位也符合现行的国家标准。

在本书编写过程中，本人得到了驻马店地区电业局和正阳县电业局领导的大力支持，得到了中国电力出版社有关同志及北京电力高等专科学校杨学勤老师的热心帮助和指导，在此一并表示衷心的感谢。由于本人水平所限，加之时间仓促，错漏之处在所难免，诚希各位读者批评指正。

作 者

1997.11

目 录

序言

前言

第一章 变压器的基本原理与结构

1-1 变压器如何按额定容量的大小进行分类？	1
1-2 变压器的基本原理是什么？	1
1-3 什么叫自耦变压器，其基本原理是什么？	4
1-4 自耦变压器的容量是怎样分配的？	5
1-5 电力变压器在电力系统中的作用是什么？	7
1-6 农村常用电力变压器的型号代表什么意思？变压器的额定容量是怎样确定的？	7
1-7 变压器各组成部件的作用是什么？	9
1-8 什么叫涡流？变压器铁芯为什么要用涂有绝缘漆膜的硅钢片叠成？	11
1-9 变压器的铁芯为什么要用硅钢片而不用普通薄铁片叠成？硅钢片的厚度为什么要选在 0.35 毫米左右？	12
1-10 变压器的铁芯不能使用普通钢片制作，但是为什么铁芯夹件可用普通钢板制作？	14
1-11 变压器铁芯为什么要一点接地？	14
1-12 变压器绕组的结构型式有哪几种？其各自的特点如何？	15
1-13 为什么变压器的低压绕组在里面，高压绕组在外面？	15

1-14	为什么变压器二次侧不接负载时还有损耗？	16
1-15	中小型变压器绕组的散热油道是怎样构成的？	17
1-16	变压器的绝缘部分有哪些？	18
1-17	中型以上的变压器为什么要装设储油柜？	19
1-18	如何正确安装使用隔膜式储油柜？	20
1-19	变压器绝缘套管起什么作用？	22
1-20	油浸自冷式变压器的冷却结构随容量变化有哪些 不同？	23
1-21	变压器压力释放阀的工作原理是什么？	24
1-22	变压器吸湿器有哪些用途，其工作原理是什么？	25
1-23	什么是变压器的短路损耗（铜损）？变压器铭牌 上的短路电压百分数表示什么？为什么配电变压 器的短路电压百分数都在 4.5~6 左右？	26
1-24	什么是变压器绕组的极性？如何作标记？	27
1-25	什么是变压器绕组的联结组？联结组对变压器的 特性有何影响？	29
1-26	怎样确定变压器联结组标号？	30
1-27	为什么小型配电变压器都接成 Y, yn0, 而大中 型变压器一般都接成 Y, d11 呢？	31
1-28	为什么要限制 Y, yn0 接法的变压器中性线电流， 使其不超过变压器额定电流的 25%？	33
1-29	电源电压高于变压器额定电压时，会造成哪些危 害？	37
1-30	电力变压器怎样调压？为什么一般都从高压侧抽 取分接头？	37
1-31	变压器油有什么作用？变压器油的主要技术参数 有哪些？具体指标是怎样规定的？	39
1-32	什么是 10 号、25 号、45 号变压器油？不同牌号 的油可不可以混用？	41
1-33	运行中的变压器油时间长了为什么会老化？	41

1-34	有什么办法可以延长变压器油的使用寿命？	42
1-35	变压器温度计所指示的温度是变压器什么部位的 温度？运行中的变压器对温升有哪些规定？ 温度与温升有什么区别？	42
1-36	怎样判断变压器的温度变化是正常还是异常？ 变压器长时间在高温情况下运行对自身有什么 危害？	42
1-37	怎样判断油面是否正常？出现假油面是什么原因？ 怎样处理？	43
1-38	变压器的使用年限与哪些因素有关？	44
1-39	正常运行中的变压器低压侧突然短路有什么危险？ ...	44
1-40	什么是变压器的过电压？	45
1-41	电力变压器为什么要进行倍频交流感应耐压试验？ ...	45
1-42	自耦变压器和双绕组变压器有什么不同？	46
1-43	电焊变压器与普通变压器有什么不同？	47
1-44	怎样设计一个小型单相变压器？	47

第二章 变压器的运行及维修

2-1	配电变压器的一次及二次熔丝怎样选择？	51
2-2	变压器投运前应作哪些检查？	51
2-3	怎样拉、合变压器的高压跌落式熔断器？	52
2-4	两台或多台变压器并列运行必须具备哪些条件？	52
2-5	变压器在投入并列运行前怎样进行定相试验？	58
2-6	怎样计算多台变压器并列、解列运行的经济点？	59
2-7	为什么新装或大修后的变压器在投入运行前要 进行3~5次冲击试验？	60
2-8	中等容量的主变压器新投入或大修后投入运行 前应检查验收哪些项目？	61

2-9	中等容量的变压器新装时或大修后为什么要测定变压器大盖坡度及油箱到油枕连接管的坡度？其标准是什么？	62
2-10	对新装或大修后投入运行的变压器，为什么有时气体继电器动作频繁？遇到此类问题怎样判断和处理？	63
2-11	运行中的变压器为什么会有“嗡嗡”声？	63
2-12	在什么情况下变压器会产生异常声音？	63
2-13	变压器的正常巡视检查项目有哪些？	65
2-14	变压器的特殊巡视检查项目有哪些？	65
2-15	什么时候不允许调整变压器有载调压装置的分接头？	66
2-16	对变压器有载调压装置的调压次数是如何规定的？	66
2-17	取运行中变压器的油样时应注意哪些事项？	66
2-18	向运行中的变压器补油时应注意哪些事项？	67
2-19	更换变压器呼吸器内的吸潮剂时应注意哪些事项？	67
2-20	运行中的变压器着火时应如何灭火？	68
2-21	在需要调压时，如果变压器的有载调压装置失灵，此时应采用什么方法调压？	68
2-22	对运行中的变压器出现的哪些异常应加强监视并作好倒负载的准备？	68
2-23	变压器的重瓦斯保护动作跳闸后应作哪些检查处理？	69
2-24	变压器在运行时，若出现油面过高或有油从油枕中溢出，应如何判断处理？	69
2-25	变压器过流保护动作跳闸时，应如何检查处理？	70
2-26	当运行中的变压器发出过负荷信号时，应如何检查处理？	70

2-27	三绕组变压器的低压侧开路运行对变压器有什么危害?应采取什么保护措施?	71
2-28	变压器差动保护动作跳闸后应作哪些检查处理?	71
2-29	在现场怎样根据瓦斯气体判断变压器的故障性质?	72
2-30	有载调压变压器分接开关故障是由哪些原因造成的?	72
2-31	变压器的有载调压装置动作失灵是由什么原因造成的?	72
2-32	变压器绕组发生层间或匝间短路时有哪些异常现象?	73
2-33	变压器绕组绝缘损坏是由哪些原因造成的?	73
2-34	变压器的中性点在什么情况下应装设保护装置(避雷器)?	73
2-35	为什么要合理选择变压器的容量?	74
2-36	变压器运行时,如何调整一次侧分接开关来改变二次电压?	74
2-37	农村 35 千伏降压变电站主变压器一次侧额定电压为 35 千伏,二次侧额定电压通常是 10.5 千伏或 11 千伏,高于 10 千伏电网电压,这是为什么?	75
2-38	在低温环境中,选择变压器油牌号不当,会产生什么后果?	75
2-39	变压器油为什么要进行过滤?	76
2-40	目前我国进行变压器油击穿电压试验的油杯,其电极是什么型式?极间距离是多少?在进行变压器油击穿电压试验时应注意什么?	76
2-41	使用摇表测试变压器绝缘时应注意什么?影响绝缘电阻测量准确度的因素有哪些?	76
2-42	长途运输后的变压器为什么要进行吊芯检查?	77
2-43	什么是变压器的大修和小修?	78
2-44	变压器吊芯检修的项目有哪些?有哪些重点注意	

事项?	78
2-45 为什么变压器铁芯及其他所有金属构件要可靠 接地?	79
2-46 装配变压器铁轭螺栓时在技术上有哪些要求?	79
2-47 拆修变压器时,在什么情况下硅钢片需要重新 涂漆?	79
2-48 叠装铁芯硅钢片应注意哪些事项?	80
2-49 变压器运行前,在什么情况下可不检查吊芯?	80
2-50 用橡胶棍(带)制作法兰密封垫时应注意哪些 事项?	80
2-51 怎样控制橡胶密封垫的压缩量才能保证密封 质量?	81
2-52 怎样更换气体继电器?	81
2-53 为什么防爆管必须使用 2~3 毫米的玻璃制造?	82
2-54 变压器呼吸器堵塞会出现什么后果?	82
2-55 变压器密封胶垫为什么必须使用耐油胶垫?	82
2-56 如何鉴定胶垫是否耐油?	82
2-57 变压器分接开关触头接触不良或有油垢会产生 什么后果?	83
2-58 为什么变压器分接开关调节不到位时会使变压器 绕组烧毁?	83
2-59 为什么变压器绝缘件要保持清洁?为什么在绝缘 件上作标记时不用普通铅笔而用红蓝铅笔?	84
2-60 变压器绕组干燥、浸漆有哪些要求?	84
2-61 如何选定变压器绕组所用导线电流密度?	84
2-62 变压器的干燥方法有几种?	85
2-63 检查变压器吊芯前应做哪些试验?	85
2-64 变压器小修一般包括哪些内容?	85
2-65 为什么变压器可以带油进行焊接补漏?	86
2-66 变压器油箱带油补焊漏点时如何防止火灾?	86

2-67	变压器使用的温度计有哪几种？安装温度计有哪些要求？	86
2-68	变压器的大修周期是如何规定的？大修有哪些项目？	86
2-69	检修变压器吊芯（吊罩）时使用的主要设备和材料是什么？	87
2-70	变压器进行工频耐压试验时应具备哪些条件？	88
2-71	变压器绕组损坏大致有哪些原因？	88
2-72	变压器绕组绕制应注意哪些事项？	89
2-73	变压器绕组的绕向和出头标志如何确定？	89
2-74	变压器干燥后装入油箱前应作哪些检查？	90
2-75	引起变压器空载损耗增大的原因是什么？	90
2-76	造成铁芯多点接地的原因有哪些？	91
2-77	变压器大修检查铁芯时应注意哪些事项？	91
2-78	变压器铁芯绝缘损坏会造成什么后果？	92
2-79	旧铁芯硅钢片重新涂漆，表面应如何处理？涂漆有哪些基本要求？涂漆前后应进行哪些测量？	92
2-80	在变压器检修中，如果分接开关指示位置与内部分接头位置不一致，应怎样纠正？	93
2-81	简述中小型变压器采用的箱壳内不带油、不抽真空的涡流干燥法。	94
2-82	简述中小型变压器采用的箱壳内不带油、不抽真空的零序电流干燥法。	94
2-83	为什么变压器短路试验所测得的损耗可以认为就是绕组的电阻损耗？	95
2-84	为什么变压器内部发生故障时会产生气体？	95
2-85	为什么小容量变压器采用 Y，yn 或 Y，y 接法？它们有何优、缺点？	96
2-86	从电网切除空载变压器时会发生什么现象？应采取何种保护措施？	97

2-87	变压器短路阻抗 Z_K (%) 的大小对变压器运行性能有什么影响?	97
2-88	有哪些措施可以提高绕组对冲击电压的耐受能力? ...	98
2-89	变压器在运行中, 哪些部位会发生异常高热?	98
2-90	怎样根据电流大小选择绝缘套管导电杆直径? 导电杆与引线连接有哪些要求?	98
2-91	目前常用的变压器油箱检漏方法主要有哪几种?	99
2-92	检查变压器吊芯时, 应注意哪几个方面?	99
2-93	变压器二次侧电压变化率与哪些因素 有关?	100
2-94	变压器常规大修验收内容有哪些?	100
2-95	新安装的变压器, 除按大修验收内容进行验收之 外, 还应审查哪些内容?	101
2-96	造成变压器绝缘电击穿的因素有哪些?	101
2-97	变压器进行恢复性大修后 (重绕绕组), 回装工 作分几个阶段? 器身绝缘装配包括哪些内容?	101
2-98	简述配电变压器器身绝缘装配过程。	102
2-99	变压器三相直流电阻不平衡 (不平衡系数大于 2%) 的原因是什么? 怎样检查?	103
2-100	变压器油箱颜色对温升有什么影响?	103

第三章 变 压 器 的 试 验

3-1	什么是吸收比? 为什么要测量吸收比?	104
3-2	根据试验条件的不同, 变压器可分为哪几种试验? ...	104
3-3	变压器试验项目可分为哪几类? 它们各包括哪些 内容?	105
3-4	测量变压器直流电阻的意义是什么? 常用的测直流 电阻的方法有哪些?	105

3-5	进行变压器油耐压试验时应注意哪些事项？	105
3-6	用电降压法测量变压器的直流电阻时，应注意哪些 事项？	106
3-7	用电桥法测量变压器直流电阻时，应注意哪些 事项？	106
3-8	国家标准对容量在 2000 千伏·安及以上所有变压器 的直流电阻不平衡率，规定的允许偏差是多少？ 1600 千伏·安及以下容量的变压器的值又是多少？ 试写出电阻不平衡率的计算公式。	107
3-9	变压器空载试验的目的是什么？	107
3-10	为什么交流耐压试验与直流耐压试验不能互相 替代？	107
3-11	为什么在热状态下进行交流耐压试验的效果比在 冷状态下好？	108
3-12	如何从工频耐压试验所产生的放电声来判断变压 器故障性质？	108
3-13	测量 $\tan\delta$ 有几种方法？目前广泛使用的是哪一种 方法？	109
3-14	用 QS1 型电桥测量变压器的 $\tan\delta$ 时，应采用正接 线还是反接线？为什么？	109
3-15	为什么 $\tan\delta$ 的大小是判断绝缘状况的重要指标？	109
3-16	对变压器进行工频耐压试验时，其内部发生放电 有什么现象？	110
3-17	电气设备进行高压耐压试验时，为什么不允许在 满电压下合闸和拉闸？	110
3-18	如何使用 QJ44 型双臂电桥测量变压器绕组的直 流电阻？	110
3-19	进行三相变压器空载试验时，对电源电压有哪些 要求？	111
3-20	造成变压器空载损耗增加的原因一般有哪些？	111