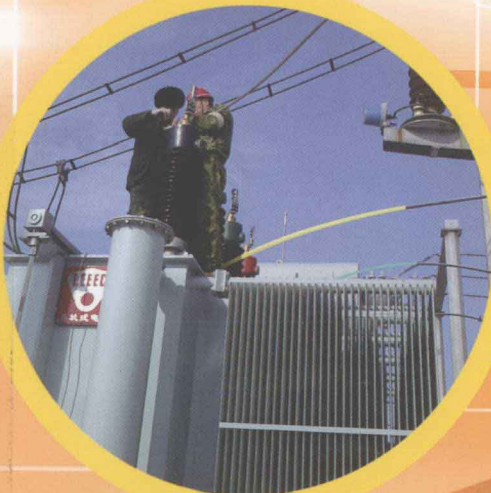


农网实用技术丛书

# 配电变压器实用技术

国智文 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

农网实用技术丛书

# 配电变压器实用技术

国智文 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书系农网实用技术丛书之一，主要针对农村及工矿企事业单位电工文化程度和实用技术要求，以通俗易懂的语言，较全面地介绍了目前工农业生产及生活中常用的各类变压器的基本知识，以及其选型、安装、运行维护、测量、安全管理、检修、常见故障及处理等方面的实用操作技能。

本书包括变压器的原理、分类与结构，变压器的主要技术数据，变压器的选择与安装，变压器运行和维护，变压器的经济运行，变压器的保护装置，变压器的试验，变压器的检修，新型变压器简介，特种变压器及变压器安全管理，共 11 章内容。为方便电工阅读和查阅有关实用技术资料，书中还配置了大量的图表资料，可直接查阅使用，同时还介绍了目前工农业生产和生活中推广应用的变压器新产品、新技术，具有很强的实用性和可操作性。

本书适合作为农村及工矿企事业单位电工培训教材，也可作为电工自学读物，还可作为各类电工的技术工具书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

配电变压器实用技术/国智文编著. —北京: 中国电力出版社, 2011.3

(农网实用技术丛书)

ISBN 978-7-5123-1498-6

I. ①配… II. ①国… III. ①配 电 变 压 器—基 本 知 识  
IV. ①TM421

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 044356 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2011 年 10 月第一版 2011 年 10 月北京第一次印刷  
850 毫米×1168 毫米 32 开本 11.125 印张 275 千字  
印数 0001—3000 册 定价 25.00 元

### 敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

# 前 言

随着农村经济的快速发展，农村电力也迅速发展，用电需求越来越迫切，因此对农村电工的技术要求也越来越高。为了提高农村电工的操作技能和管理水平，适应农电工岗位培训和自学成才的需求，我们组织编写了《配电线路实用技术》、《配电变压器实用技术》、《低压电气设备运行维护实用技术》、《照明实用技术》、《变、配电运行实用技术》和《电动机实用技术》系列科普丛书。

本丛书遵照紧密联系农村用电实际的原则，采用什么事应怎么做，一事一议，一问一答的方式，并配有大量的图解和技术表格，内容以技能操作、管理要求和标准为主，以基本训练为重点，强调技能操作的通用性、规范化和标准化。本丛书内容丰富，涵盖面广，解答透彻细致，语言通俗易懂，是一套实用性及针对性较强的农村电工技术培训读物，很适合广大农村电工在职自学和岗位培训，也可作为农电管理人员的参考书。

《配电变压器实用技术》由从事变压器生产设计、电力调度、变电运行及电工培训等拥有多年工作经验的高级工程师国智文编写。全书共分 11 章，以问答的形式，对变压器的基本知识、选择、安装、运行维护、测量、检修、常见故障与处理等实际实用问题进行了较为全面细致的解答。问题的提出以农村及工矿企业电工日常从事的变压器选型、安装施工、运行维护、安全管理、检修及故障处理等实用技术为着眼点。在编写上力求实际实用，语言简练、易学易懂。以图文并茂的形式，将知识的学习与兴趣有机结合，以便快速提高读者的实际操作水平和工作能力。

本书在编写的过程中参考了不少书籍和材料，并得到了不少同行的帮助和支持，在此一并表示感谢。由于作者水平有限，书中难免有疏漏和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 前言

## 第一章 变压器的原理、分类与结构 ..... 1

1. 什么是变压器？为什么要使用变压器？ ..... 1
2. 什么是配电变压器？ ..... 3
3. 变压器的工作原理是什么？ ..... 3
4. 为什么不能用普通变压器改变直流电的电压？ ..... 4
5. 常用变压器是如何分类的？ ..... 4
6. 配电变压器是如何按电压等级分类的？ ..... 6
7. 单相变压器的优、缺点是什么？ ..... 6
8. 相对于单相变压器，三相变压器有什么优、  
缺点？ ..... 7
9. 配电变压器主要组成部分有哪些？ ..... 8
10. 配电变压器油箱的主要部件有哪些？ ..... 10
11. 变压器铁心的作用是什么？ ..... 10
12. 变压器的铁心主要有哪些组成部分？ ..... 10
13. 变压器铁心主要分哪几类？ ..... 11
14. 变压器铁心为什么必须夹紧？常用的夹紧措施  
有哪些？ ..... 12
15. 为什么要把变压器的铁心接地？为什么只能有  
一点接地？ ..... 15
16. 铁心是怎样接地的？ ..... 15
17. 硅钢片过厚或过薄有何缺点？ ..... 16
18. 铁心中产生涡流的原因是什么？铁心中产生的  
涡流过大对变压器有什么不利？ ..... 16
19. 变压器铁心为什么用两面有绝缘氧化膜的

硅钢片叠成? .....	17
20. 变压器常用硅钢片有哪几种? .....	17
21. 变压器绕组的作用是什么? .....	18
22. 变压器绕组是如何分类的? .....	18
23. 同心式绕组按结构形式分几类? 各有何特点? 主要适用于哪类变压器? .....	18
24. 变压器绕组一般采用什么样的导线? .....	21
25. 变压器绕组导线并绕时, 为何有的需要换位? 圆筒式绕组的并绕导线怎样换位? .....	21
26. 制作变压器时所用的白布带起什么作用? .....	21
27. 变压器绕组的绝缘材料主要有哪些? .....	22
28. 油浸式变压器中常用的绝缘纸有哪些? .....	22
29. 对绝缘纸筒有什么要求? .....	22
30. 变压器绕组的端绝缘有什么作用? .....	23
31. 变压器绕组的瓦楞纸(或撑条)有什么作用? ...	23
32. 配电变压器高、低压绕组间的空隙起 什么作用? .....	23
33. 绕组的端部绝缘和压板有什么作用? .....	23
34. 什么是全绝缘变压器? .....	24
35. 什么是半绝缘变压器? .....	24
36. 如何从外观上区分全绝缘变压器和半绝缘 变压器? .....	25
37. 油浸式变压器的绝缘分为哪几类? .....	25
38. 什么是变压器的外绝缘? .....	25
39. 什么是变压器的内绝缘? .....	25
40. 什么是绕组的主绝缘? .....	26
41. 什么是绕组的纵绝缘? .....	26
42. 油箱的作用是什么? .....	27

43. 对油箱有什么要求? .....	27
44. 配电变压器的油箱通常分为哪几类? .....	27
45. 配电变压器常用的平顶式油箱有哪几种结构? ...	27
46. 配电变压器的吊钩、器身吊环有什么不同? .....	29
47. 配电变压器常用的温度计有几种? .....	29
48. 水银温度计如何安装? .....	30
49. 压力式(信号)温度计的结构原理是什么? .....	30
50. 储油柜(油枕)的作用是什么? .....	31
51. 常用配电变压器的储油柜结构是什么样的? .....	32
52. 配电变压器常用的油位计有哪几种? .....	33
53. 管式油位计的结构如何? .....	33
54. 磁力式油位计的工作原理是怎样的? .....	34
55. 全密封变压器油位计的原理是怎样的? .....	36
56. 套管的作用是什么? 如何分类? .....	37
57. 配电变压器主要使用哪几种套管? 其主要结构 是怎样的? .....	38
58. 变压器为什么要调整电压? .....	39
59. 变压器的调压有几种方式? 有什么不同? .....	40
60. 变压器分接开关有什么作用? 有哪几种形式? ...	40
61. 对有载分接开关有什么要求? 它是怎样实现有 载调压的? .....	43
62. 变压器的分接开关是怎样改变电压的? .....	44
63. 为什么一般都采用改变高压侧绕组匝数的方法来 调整电压? .....	46
64. 吸湿器的结构和作用是什么? .....	46
65. 如何判断硅胶是否失效? 失效后如何处理? .....	47
66. 净油器的作用和结构是什么? .....	48
67. 变压器安全气道的作用是什么? .....	48

68. 压力释放阀的作用是什么？ .....	49
69. 压力释放阀与安全气道相比有何优点？ .....	50
70. 气体继电器的作用是什么？ .....	50
71. 气体继电器的结构和原理是什么？ .....	51
72. 变压器多功能保护器的作用是什么？ .....	51
73. QYW3 型变压器多功能保护器的结构及其工作原理 是什么？ .....	52
74. QYW3 型变压器多功能保护器有哪些安装使用 注意事项？ .....	54
75. 常用的变压器油有哪些型号？如何根据气候条件 选择变压器油？ .....	54
76. 变压器油的作用是什么？ .....	54
77. 油浸自冷式变压器的变压器油是如何将热量散到 变压器外的？ .....	55
78. 配电变压器常用的阀门有哪几种？ .....	55
<b>第二章 变压器的主要技术数据</b> .....	<b>59</b>
1. 什么是变压器的额定容量？ .....	59
2. 变压器的额定容量与绕组的额定容量有 什么区别？ .....	59
3. 变压器的额定容量等级有什么规律？ .....	59
4. 什么是变压器的额定电压？ .....	60
5. 配电变压器高压侧的额定电压主要有哪些等级？ ...	60
6. 我国电网的电压等级主要有哪几种？ .....	60
7. 为什么配电变压器低压侧额定电压选择为 400V 而不是 380V？ .....	61
8. 什么是变压器的额定电压比？如何计算？ .....	61
9. 常用配电变压器的调压范围是多少？ .....	61
10. 什么是变压器的额定电流？ .....	61



11. 变压器的额定电流如何计算? .....	62
12. 如何估算三相配电变压器的额定电流? .....	62
13. 什么是空载电流与空载损耗? .....	63
14. 为什么空载损耗又叫铁损和不变损耗? 与哪些因素有关? .....	63
15. 什么是空载合闸电流? 为什么有时空载合闸电流 大于额定电流? .....	64
16. 什么是负载损耗? .....	64
17. 为什么负载损耗又叫铜损和可变损耗? .....	64
18. 什么是变压器的短路阻抗? 如何计算配电变压器的 短路阻抗? .....	65
19. 为什么配电变压器的短路阻抗一般在4%~6% 之间? .....	65
20. 什么是变压器的联结组标号? 如何表示? 常用配电变压器的联结组标号是怎样的? .....	65
21. 我国变压器的额定频率是多少? .....	67
22. 什么是变压器的温升? 油浸式变压器的允许温 升一般为多少? .....	67
23. 变压器铭牌中标注的重量有几种? .....	67
24. 配电变压器的外形尺寸主要标注哪几个数据? ...	68
25. 变压器铭牌的主要内容有哪些? .....	68
26. 变压器型号中各字母和数字的含义如何? .....	69
27. S7系列6~10kV级铜绕组配电变压器的技术数据 是怎样的? .....	70
28. S9系列6~10kV级铜绕组配电变压器的技术数据 是怎样的? .....	72
29. S11系列6~10kV级铜绕组配电变压器的技术数据 是怎样的? .....	73

30. 10kV 级 SC 系列（工频耐压标准型）环氧树脂浇注干式电力变压器技术数据及外形尺寸是怎样的？	75
31. 10kV 级工频耐压加强型（SC12 型）环氧树脂浇注干式电力变压器技术数据及外形尺寸是怎样的？	76
32. 10kV 级 SC（B）11 系列干式电力变压器技术数据及外形尺寸是怎样的？	78
<b>第三章 变压器的选择与安装</b>	<b>80</b>
1. 如何选择变压器相数？选择单相变压器时应注意哪些问题？	80
2. 如何选择变压器容量？	81
3. 变压器容量选择过大有何坏处？	81
4. 农村生活用电变压器的容量如何选择？	82
5. 农村排灌变压器的容量如何选择？	82
6. 农村综合用电变压器的容量应如何选择？	84
7. 城镇住宅小区变压器容量如何选择？	84
8. 10kV 配电变压器的型号如何选择？	86
9. 选择配电变压器容量时为什么不使变压器的效率最高？	86
10. 如何确定变压器扩容方案？	87
11. 10kV 配电变压器的安装位置如何选择？	88
12. 变压器的安装位置为什么要选在负荷中心？	88
13. 如何确定负荷中心？	89
14. 变压器的安装常采用哪些方式？各自的优缺点是什么？	90
15. 配电变压器单杆台架式安装需要哪些主要设备及材料？	94
16. 配电变压器双杆台架式安装形式有哪些？	96
17. 配电变压器双杆台架式安装需要哪些主要设备	

及材料? .....	97
18. 落地式台架安装主要材料有哪些? .....	98
19. 地台式台架安装主要材料有哪些? .....	100
20. 农用配电室常采用哪几种形式? .....	102
21. 箱式变压器的基础有什么要求? .....	103
22. 箱式配电室如何就位与安装? .....	105
23. 单杆式和双杆式台架的配电变压器如何 进行吊装? .....	106
24. 如何安装跌落式熔断器? .....	106
25. 如何安装配电变压器高压侧的避雷器? .....	108
26. 如何安装 10kV 穿墙套管? .....	110
27. 对变压器高压引下线的安装有哪些要求? .....	112
28. 变压器外壳为什么要接地? .....	113
29. 配电变压器接地应满足什么要求? .....	113
30. 如何设置变压器的接地装置? .....	113
31. 安装临时变压器时应符合哪些要求? .....	114
32. 配电室的土建设计技术要求有哪些? .....	115
33. 配电室应符合哪些要求? .....	115
34. 在安装配电变压器前应做好哪些准备工作? .....	116
35. 配电变压器在现场如何定相? .....	116
36. 变压器新装或大修后, 为什么要测定变压器大盖和 储油柜连接管的坡度? 标准是什么? .....	117
37. 对变压器进行验收的项目有哪些? .....	118
<b>第四章 变压器运行和维护</b> .....	119
1. 变压器投入运行前应做好哪些准备工作? .....	119
2. 变压器在运行初期应进行哪些监视和维护? .....	119
3. 变压器的日常巡视检查项目有哪些? .....	120
4. 在什么情况下应对变压器进行特殊巡视? .....	121

5. 对变压器进行特殊巡视的项目有哪些? .....	121
6. 配电变压器运行标准包括哪些主要内容? .....	122
7. 什么是变压器的过负荷运行? .....	122
8. 什么是变压器的正常过负荷? .....	122
9. 什么是变压器的事事故过负荷? .....	124
10. 为什么在特殊情况下允许变压器过负荷运行? ...	124
11. 变压器长期过负荷会有何危害? .....	125
12. 变压器停送电时怎样操作? .....	125
13. 10kV 跌落式熔断器可对哪些设备进行操作? ...	125
14. 跌落式熔断器应如何操作? .....	126
15. 对跌落式熔断器检查和巡视的要求有哪些? .....	126
16. 什么是变压器的外特性? .....	127
17. 什么是变压器的电压调整率? .....	127
18. 如何估算配电变压器的电压调整率? .....	128
19. 什么叫变压器的利用率? 如何提高变压器的 利用率? .....	128
20. 什么是变压器的并列运行? 变压器并列运行的目 的是什么? .....	129
21. 变压器并列运行的条件是什么? 有什么要求? .....	130
22. 两台电压比不同的变压器为什么不能 并列运行? .....	130
23. 如何计算两台电压比不等的变压器环流? .....	130
24. 联结组标号不同的变压器为什么不能 并列运行? .....	132
25. 短路阻抗不同的变压器为什么不能 并列运行? .....	133
26. 短路阻抗不同的变压器如何计算分配负荷? .....	134

27. 三台单相配电变压器为什么一般不接成 Yyn0 一起使用? .....	135
28. 变压器调压时为什么“高往高调, 低往低调”? .....	136
29. 如何正确对无载调压开关进行操作? .....	137
30. 变压器出现异常响声时如何检查? .....	138
31. 哪些情况会引起变压器发出异常声音? 如何处理? .....	138
32. 为什么要加强对变压器油的运行管理? .....	139
33. 如何正确观察变压器油位? .....	139
34. 什么是变压器的假油位? 出现假油位的原因主要 有哪些? .....	140
35. 造成变压器油位过低的原因有哪些? 变压器油位 过低有什么危害? .....	140
36. 如何使用与维护全密封变压器油位计? .....	140
37. 变压器的温度和温升分别是什么含义? .....	141
38. 对变压器的温度和温升有什么要求? .....	141
39. 如何观察变压器的油温是否正常? .....	142
40. 影响变压器油温的因素有哪些? .....	142
41. 变压器的使用寿命和变压器温度有 什么关系? .....	142
42. 变压器油能否作重机油用? .....	142
43. 为什么要定期测量变压器的负荷? .....	143
44. 配电变压器三相负荷不平衡时应如何处理? .....	143
45. 农村季节性用配电变压器空载时应如何 处理? .....	143
46. 如何检查变压器的接地装置是否完好? .....	143
47. 配电变压器储油柜的注油孔螺丝盖有的为什么	

不能拧得过紧？ .....	144
48. 运行中的变压器其中性点为何产生电压？ .....	144
49. 什么是变压器的过电压？主要分哪几类？ .....	144
50. 电网电压波动较大时对变压器运行 有何危害？ .....	145
51. 海拔高度对变压器有何影响？ .....	145
52. 怎样预防变压器发生故障？ .....	146
53. 配电变压器有哪些主要故障？ .....	146
54. 引起变压器烧毁的主要原因有哪些？ .....	147
55. 配电变压器发生哪些紧急情况时应进行 停电处理？ .....	147
56. 变压器套管的常见故障有哪些？ .....	148
57. 运行中的变压器油温突然增高时应怎样处理？ ...	148
58. 变压器油质变坏主要有哪原因？怎样处理？ ...	148
59. 当变压器绕组发生匝间、相间短路或对地击穿时 有何现象？ .....	149
60. 变压器绕组发生断线故障时有何现象？ .....	149
61. 配电变压器呼吸器内硅胶变色过快的原因 是什么？ .....	149
62. 配电变压器中性线断开有何危害？ .....	149
63. 配电变压器低压接线柱为什么会经常出现故障？ 应采取什么措施？ .....	150
64. 引起变压器爆炸着火的主要原因有哪些？ .....	151
65. 预防变压器火灾的措施有哪些？ .....	151
66. 发生变压器着火事故时应如何处理？ .....	152
67. 配电变压器低压侧的熔断器熔体熔断后应 如何处理？ .....	152
68. 如何根据故障现象判断变压器高压侧熔断器	

熔体熔断情况? .....	153
69. 配电变压器高压侧的熔断器熔体熔断后应 如何处理? .....	153
70. 变压器为什么会发生喷油现象? .....	153
71. 配电变压器的压力释放阀有哪些动作情况? .....	154
72. 变压器轻瓦斯保护动作的征状、原因是什么? 应如何处理? .....	154
73. 变压器重瓦斯保护动作的征状、原因是什么? 如何处理? .....	154
74. 变压器差动保护动作的征状、原因是什么? 如何处理? .....	155
75. 变压器过流保护动作的征状、原因是什么? 如何处理? .....	156
76. 对配电变压器应建立哪些技术管理资料? .....	157
<b>第五章 变压器的经济运行</b> .....	<b>158</b>
1. 什么是变压器的负载率? .....	158
2. 供电部门的计费方式有哪几种? .....	158
3. 变压器的有功损耗有哪几种计算方法? 各适用于什么情况? .....	159
4. 什么是瞬态有功功率损耗? 如何计算? .....	159
5. 什么是稳态有功功率损耗? 如何计算? .....	159
6. 什么是动态有功功率损耗? 如何计算? .....	160
7. 如何查负载波动损耗系数? .....	162
8. 如何根据不同的负荷性质估算负载波动 损耗系数? .....	163
9. 如何计算变压器的最高效率和最高效率时 的负荷? .....	163
10. 各系列配电变压器效率最高时的负载率是多少?	

大体在什么范围？ .....	164
11. 为什么配电变压器的负载率在 30%~50%时其效率最高？ .....	165
12. 什么是变压器的技术特性？ .....	165
13. 为什么变压器在额定负载时效率不是最高？ .....	166
14. 为什么要调整并列运行变压器的台数？ .....	167
15. 什么是变压器经济运行的临界负荷？ .....	167
16. 相同容量、相同型号的变压器多大负荷时需调整并列运行的台数？ .....	168
17. 两台容量不等的变压器何时由小容量变压器运行调整为大容量变压器运行更经济？ .....	170
18. 两台容量不等的变压器何时两台都投入运行更经济？ .....	175
19. 什么情况调整并列变压器的运行方式较好？ .....	182
20. 减少变压器空载损耗的方法有哪些？ .....	182
<b>第六章 变压器的保护装置</b> .....	<b>183</b>
1. 配电变压器常设置哪些保护装置？ .....	183
2. 为什么配电变压器大部分用高压跌落式熔断器作为保护装置？ .....	183
3. 高压跌落式熔断器的结构和工作原理是怎样的？ .....	183
4. 高压跌落式熔断器主要有哪几种型号？ .....	185
5. 跌落式熔断器型号中各字母含义如何？ .....	186
6. 如何选择跌落式熔断器？ .....	187
7. 如何选择跌落式熔断器的熔管？ .....	187
8. 如何选择配电变压器高、低压侧熔丝的额定电流？ .....	188



9. 什么是继电保护装置? .....	189
10. 对继电保护装置有哪些基本要求? .....	189
11. 什么是变压器的主保护、后备保护和非电量保护? ...	189
12. 变压器差动保护的原理是什么? .....	190
13. 一般多大容量的变压器应设差动保护? .....	190
14. 变压器差动保护的 protection 范围是怎样的? .....	190
15. 变压器过流保护的作用是什么? 如何确定变压器的过流保护定值? .....	191
16. 什么是变压器的速断保护? 如何确定配电变压器的速断保护定值? .....	191
17. 变压器瓦斯保护的 range 是怎样的? .....	191
18. 变压器瓦斯保护有哪些优缺点? .....	191
19. 多大的变压器应安装气体继电器 (瓦斯保护)? .....	192
20. 对配电变压器保护装置的运行有哪些规定? .....	192
21. 配电变压器为什么要进行防雷保护? .....	192
22. 引起配电变压器遭受雷击事故的主要原因有哪些? .....	192
23. 如何选择配电变压器的避雷器型号? .....	193
24. 为什么配电变压器低压侧也要装设避雷器? .....	194
25. 什么是变压器的反变换过电压? .....	194
26. 什么是变压器的正变换过电压? .....	195
27. 配电变压器为什么采用“三位一体”的接地保护? .....	195
28. 如何防止配电变压器受雷击损坏? .....	196
<b>第七章 变压器的试验</b> .....	<b>198</b>
1. 检查与试验配电变压器时常用哪些仪器与仪表? .....	198