

维修电工 技术问答

黄禹 黄威 编



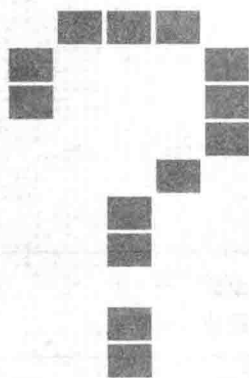
WEIXIU DIANGONG
JISHU WENDA



化学工业出版社

维修电工 技术问答

黄禹 黄威 编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

维修电工技术问答/黄禹, 黄威编. —北京: 化学工业出版社, 2014. 3
ISBN 978-7-122-19506-7

I. ①维… II. ①黄…②黄… III. ①电工-维修-问题解答 IV. ①TM07-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 007935 号

责任编辑: 宋 辉
责任校对: 吴 静

文字编辑: 云 雷
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京市振南印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 24½ 字数 643 千字 2014 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 78.00 元

版权所有 违者必究

I 前言 I

FOREWORD I



随着我国 330kV 及以上超高压输变电工程的陆续建成、投入运行，标志着我国的电力工业已经进入一个发展的新时期。电气化程度的日益提高，要求电气工作人员不断提高综合素质，为顺应新形势的要求，编者在总结电力系统运行、维护检修实际经验的基础上，参考最近电力工程的设计经验、技术进步和发展方向，编写了这本《维修电工技术问答》。

在编写过程中，编者努力采撷精华，体现先进性、实用性、与规程规范的一致性。着眼于工厂企业现状，突出针对性、典型性的原则，并注意电气从业人员培训的特点，注重理论联系实际，学以致用。我们期望这样一本专业技术工具书，能够为广大从事电气相关行业的电气专业人员、电气工程技术人员提供丰富的专业技术知识，使技术人员随用随查，方便快捷地解决工作中的问题。

本书包含电工知识点 700 余个，以问答形式分别介绍了电工基础知识、变压器、电动机、电工测量、电气试验、电力电缆、高低压电气控制、电力系统配电、继电保护、接地接零与防雷保护、软启动器与变频调速、安全用电与节约用电共 12 个方面内容，内容深入浅出、语言通俗易懂。

本书由黄禹、黄威编写，其中，黄禹编写第 1、2、3、4、8、9 章，黄威编写第 5、6、7、10、11、12 章，全书由黄禹统稿。另外，本书编写过程中得到黄远松、郑斯瑶、王维昭、陈莉、黄启瑄、黄也嘉、陈爱琴、陈必华、陈蓉、殷浩浩、刘萍、刘天龙的大力支持，在此一并表示感谢。

由于编者的水平有限，书中的不妥之处在所难免，再加上电力技术进步迅速、电气设备不断更新，使本书难免疏漏，敬请广大读者批评指正。

编 者



第1章 电工基础

1. 什么是电路? 1
2. 电流是如何计算的? 1
3. 电流方向的含义是什么? 1
4. 什么是直流电? 1
5. 电压的含义是什么? 1
6. 什么是电压的方向? 2
7. 什么叫“关联方向”? 2
8. 电动势的含义是什么? 2
9. 电动势如何计算? 2
10. 电阻的含义是什么? 2
11. 什么是电功率? 2
12. 电功率与电流、电压的关系是什么? 3
13. 什么是欧姆定律? 3
14. 电功与电功率怎么计算? 3
15. 什么是电阻串联电路? 3
16. 两电阻串联时的分压公式? 4
17. 什么是电源串联电路? 4
18. 什么是电阻并联电路? 4
19. 两电阻并联时的分流公式? 5
20. 什么是电源并联电路? 5
21. 什么是电阻混联电路? 5
22. 什么是电容串联、并联电路? 5
23. 电阻星形-三角形联结互换如何计算阻值? 5
24. 什么是理想电压源? 6
25. 什么是理想电流源? 6
26. 什么是实际电源模型? 6
27. 实际使用电源的注意事项是什么? ... 7
28. 什么是电流的热效应? 7
29. 什么是电气设备的额定值? 7
30. 什么是电路的工作状态? 7
31. 什么是短路? 8
32. 支路、节点、回路的含义是什么? ... 8
33. 什么是基尔霍夫电流定律? 8
34. 什么是基尔霍夫电压定律? 8
35. 什么是支路电流法? 9
36. 什么是节点电压法? 9
37. 什么是电位? 10
38. 电路等效变换的概念是什么? 10
39. 什么是叠加定理? 10
40. 什么是戴维南定理? 10
41. 什么是诺顿定理? 11
42. 什么是非线性电阻? 11
43. 什么是单相交流电路? 12
44. 交流电的基本物理量有哪些? 12
45. 什么是正弦交流电? 12
46. 正弦交流电的基本物理量有哪些? 12
47. 正弦交流电 u 与 i 的相位关系有哪些? 13
48. 什么是正弦电流、正弦电压有效值? 13
49. 什么是正弦量的相量表示法? 13
50. 相量运算有哪些规则? 14
51. 什么是元件伏安关系的相量形式? 14
52. 什么是相量法? 15
53. 阻抗的定义是什么? 15
54. 阻抗的性质是什么? 15
55. 阻抗的串联与并联怎么计算? 16
56. 正弦电路的平均功率怎么计算? ... 16
57. 正弦电路的无功功率怎么计算? ... 16
58. 正弦电路的视在功率怎么计算? ... 16
59. 平均功率 P 、无功功率 Q 和视在功率 S 之间有什么关系? 16
60. 提高功率因数的意义和方法是什么? 16
61. 什么是交流电路的频率特性? 17
62. RC 电路的频率特性怎么计算? ... 17
63. 什么是谐振? 18
64. 什么是串联谐振? 18
65. 串联谐振电路有什么特点? 18

66. 什么是并联谐振?	19
67. 并联谐振电路有什么特点?	19
68. 什么是三相交流电路?	19
69. 三相交流电是如何产生的?	19
70. 什么是对称三相交流电源?	19
71. 什么是相序?	20
72. 什么三相电源的星形连接?	20
73. 什么是三相电源的三角形连接? ...	20
74. 什么三相电路中负载星形连接? ...	20
75. 什么是三相电路中负载三角形 连接?	21
76. 负载由星形连接改为三角形连接后 有什么变化?	21

第2章 变压器

1. 什么是变压器?	22
2. 变压器的基本组成是什么?	22
3. 油浸式电力变压器的基本结构是 什么?	23
4. 变压器的规格型号有哪些?	23
5. 变压器的技术参数有哪些?	24
6. 什么是变压器的变比?	24
7. 变压器变比如何计算?	24
8. 什么是变压器的额定值?	25
9. 什么是变压器的效率?	25
10. 什么是变压器的损耗?	25
11. 变压器的冷却方式有哪几种?	25
12. 电力变压器的联结组标号是怎么 确定的?	26
13. 我国双绕组电力变压器的联结组有 哪些?	26
14. 发电厂主变压器容量的确定要注意 哪些方面?	28
15. 变电所主变压器容量的确定要注意 哪些方面?	28
16. 主变压器阻抗的选择有哪些 原则?	29
17. 主变压器型式的选择有哪些 原则?	29
18. 分裂绕组变压器的选择有哪些 原则?	30
19. 自耦变压器的选择有哪些原则? ...	30

20. 变压器端子箱接线要注意什么? ...	31
21. 主变压器电压调整方式选择有哪些 原则?	31
22. 低压厂用变压器布置有什么要求? ...	32
23. 高压厂用变压器布置有什么要求? ...	32
24. 变压器运输有什么要求?	32
25. 变压器安装有什么要求?	33
26. 变压器的吊芯检查什么要求?	35
27. 变压器的干燥有什么要求?	36
28. 变压器的交流耐压试验要注意 什么?	37
29. 变压器并联运行要满足什么 条件?	37
30. 变压器运行容许温度是多少?	38
31. 变压器运行容许负载有什么要求? ...	38
32. 变压器运行容许电压变动是多少? ...	39
33. 变压器绝缘电阻允许值是多少? ...	39
34. 变压器的维护有哪些内容和要求? ...	39
35. 变压器油的取样试验怎么进行? ...	40
36. 变压器油怎么净化?	41
37. 变压器测试有哪些内容?	41
38. 变压器故障检查前要掌握哪些 情况?	41
39. 变压器的拆装检修有哪些注意 事项?	42
40. 变压器有哪些故障分析方法?	42
41. 电力变压器有哪些常见故障及处理 步骤?	43
42. 电力变压器大修后的验收内容 有哪些?	44
43. 电力变压器大修后的试验内容 有哪些?	44
44. 电力变压器大修后试运行有哪些 步骤?	44

第3章 电动机

1. 三相异步电动机的基本结构是 什么?	45
2. 三相异步电动机工作的基本原理是 什么?	45
3. 什么是转差率?	45
4. 如何计算三相异步电动机转速? ...	46

5. 三相异步电动机的定子绕组是如何组成? 按什么规律连接?	46	34. 什么情况下三相异步电动机不允许直接启动?	55
6. 改变三相异步电动机转速的方式有哪些?	46	35. 什么是三相异步电动机的降压启动方式?	55
7. 什么是变极对数调速方式?	46	36. 为什么普通笼型异步电动机带恒转矩负载不适合采用调压调速?	55
8. 笼型异步电动机变极调速时为何要同时改变定子电源的相序?	47	37. 什么是绕线式异步电动机转子绕组串电阻启动?	55
9. 什么是变频调速方式?	47	38. 为什么绕线式异步电动机转子回路串频敏变阻器启动比串电阻启动效果好?	56
10. 什么是串级调速方式?	47	39. 为什么绕线式异步电动机转子回路串入的电阻太大反而会使启动转矩变小?	56
11. 什么是串电阻调速方式?	47	40. 三相异步电动机启动时, 为什么启动电流很大, 而启动转矩不大?	56
12. 为什么绕线式异步电动机转子串电抗不能调速?	47	41. 异步电动机带负载启动, 负载越大, 启动电流是不是越大?	56
13. 绕线式异步电动机的调速方法有哪些?	47	42. 绕线式异步电动机为什么不采用降压启动?	56
14. 串级调速为什么比转子串电阻调速效率高?	48	43. 三相异步电动机怎么实现反转? ...	57
15. 什么是定子调压调速方式?	48	44. 什么是三相异步电动机的制动? ...	57
16. 什么是电磁转差离合器调速方式?	48	45. 正在运行的三相异步电动机, 如果把原来接在电源上的定子接线端迅速接到三相对称电阻器上能否实现快速停车?	57
17. 什么是液力耦合器调速方式?	48	46. 三相异步电动机能耗制动的特点是什么?	57
18. 异步电动机特性如何测量?	49	47. 三相异步电动机能耗制动时, 保持通入定子绕组的直流电流恒定, 在制动过程中气隙磁通是否变化? ...	57
19. 什么是异步电动机的机械特性? ...	49	48. 反接制动的特点是什么?	57
20. 电磁转矩如何计算?	49	49. 异步电动机处于反接制动时的能量转换关系是什么?	58
21. 什么是电动机启动转矩?	49	50. 绕线式异步电动机反接制动时, 为什么要在转子回路串入较大的电阻? ...	58
22. 什么是电动机额定转矩?	50	51. 什么是电动机回馈制动? 举例说明其有哪些过程?	58
23. 什么是异步电动机的最大转矩? ...	50	52. 异步电动机回馈制动时的能量关系与电动运行相比发生了什么变化? ...	58
24. 异步电动机的过载系数 λ 、启动转矩倍数 K_T 有什么意义?	50	53. 倒拉反转运行用于何种负载?	59
25. 异步电动机运行时, 转子绕组感应电动势、电流频率 f_2 与定子频率 f_1 是什么关系?	50	54. 异步电动机拖动位能性负载, 当负载下放时, 可采用哪几种制动方法来控制其速度?	59
26. 三相异步电动机的铭牌有哪些内容?	50		
27. 连续工作制电动机容量选择的基本方法是什么?	51		
28. 电动机的选择包括哪些具体内容? ...	51		
29. 电动机安装时遵循什么原则?	53		
30. 电动机安装对接地有什么要求? ...	53		
31. 电动机启动前的准备和检查有什么要求?	54		
32. 电动机的启动和停车要注意什么?	54		
33. 什么是三相异步电动机的直接启动方式?	54		

55. 什么是三相异步电动机的基本控制电路？	60
56. 三相异步电动机的点动控制和直接启动控制有什么特点？	60
57. 三相异步电动机的多地控制和顺序控制有什么特点？	61
58. 三相异步电动机的正反转控制有什么特点？	62
59. 三相异步电动机的行程控制有什么特点？	63
60. 三相异步电动机的星-三角换接启动控制有什么特点？	64
61. 三相异步电动机在运行中的维护要注意什么？	65
62. 三相异步电动机有哪些运行状态？	65
63. 三相异步电动机的运行性能优劣主要通过哪些技术指标来反映？ ...	65
64. 试比较等效电流法、等效转矩法、等效功率法及平均损耗法的异同点是什么？	66
65. 电动机稳定运行时的稳定温升取决于什么？提高电动机的额定功率有哪些措施？	66
66. 电动机的温度、温升以及环境温度之间有什么关系？	66
67. 电动机的三种工作制是如何划分的？负载发热和冷却各按什么规律变化？	66
68. 负载持续率 ZC% 表示什么意思？	66
69. 为什么短时工作制电动机不能带额定负载作长期连续运行？	66
70. 为什么同一台短时工作制电动机在不同工作时间所标明的额定功率是不相同的？	66
71. 周期性断续工作方式的三相异步电动机，在不同的负载持续率 ZC% 下，实际过载倍数 T_m/T_N 是否为常数？ ...	67
72. 三相异步电动机带恒转矩负载额定运行时，会产生哪些损耗？	67
73. 三相异步电动机的电磁功率、转子铜损耗和机械功率之间在数量上有什么关系？	67

74. 为什么三相异步电动机的功率因数总是滞后的？	67
75. 三相异步电动机转子绕组短路并堵转，若定子绕组加额定电压，会产生什么后果？	67
76. 一台额定电压 380V，星形联结的三相异步电动机，如果误连成三角形联结，并接到 380V 电源上，会有什么后果？	67
77. 一台额定电压 380V，三角形联结的三相异步电动机，如果误连成星形联结，并接到 380V 电源上满载运行时，会有什么后果？	67
78. 三相异步电动机大、中、小修项目有哪些检修内容？	67
79. 三相异步电动机有哪些试验项目？	68

第4章 电工测量

1. 什么是电工测量？	71
2. 测量有哪些方式方法？	71
3. 常用电工仪表的符号和意义是什么？	72
4. 电工指示仪表由哪些部分组成？ ...	72
5. 什么是测量误差？	73
6. 消除测量误差有什么方法？	73
7. 电工仪表的误差和准确度有什么要求？	74
8. 选择电流表和电压表要注意什么？ ...	74
9. 功率的测量要注意什么？	75
10. 如何正确使用功率表？	77
11. 电能如何测量？	77
12. 如何正确使用电度表？	78
13. 什么是三相有功电度表？	78
14. 什么是三相无功电度表？	78
15. 什么是静止式电子电度表？	78
16. 电子式三相电度表有哪些类型？ ...	79
17. 磁电式万用表有什么特点？	80
18. 磁电式万用表使用有什么要求？ ...	81
19. 数字式万用表有什么特点？	82
20. 兆欧表有什么特点？	83
21. 兆欧表使用有什么要求？	84

第5章 电气试验

- 5.1 电气试验的意义和要求 85
 - 1. 交流耐压试验的目的是什么? 85
 - 2. 电气设备进行绝缘检测试验的温度有哪些要求? 85
 - 3. 电气设备的绝缘如何定级? 85
- 5.2 电气设备的基本试验 86
 - 4. 交流耐压试验如何接线? 86
 - 5. 交流耐压试验注意事项有哪些? ... 87
 - 6. 直流耐压试验相对于交流耐压试验的优点是什么? 88
 - 7. 直流耐压试验如何接线? 88
 - 8. 直流耐压试验为什么采用负极性接线? 88
 - 9. 直流耐压试验注意事项有哪些? ... 88
 - 10. 一般绝缘试验的目的和方法是什么? 89
 - 11. 不同环境温度下绝缘电阻如何换算? 89
 - 12. 什么是绝缘电阻的吸收比? 89
 - 13. 兆欧表使用过程中注意事项有哪些? 90
 - 14. 什么是电气设备的表面泄漏试验? 90
 - 15. 表面泄漏试验表面的原理是什么? 试验过程中要注意什么? 90
 - 16. 什么是电气设备的介质损失角试验? 91
 - 17. 采用交流电桥发如何测试介质损失角 $\tan\delta$? 91
 - 18. SB2204 微机控制智能介质损耗测试仪如何使用? 92
 - 19. 介质损失角 $\tan\delta$ 试验有哪些注意事项? 93
- 5.3 变压器、互感器类电气试验项目 ... 93
 - 20. 变压器试验的目的有哪些? 93
 - 21. 变压器绝缘电阻测试什么时候做? ... 93
 - 22. 变压器吸收比测量什么时候做? ... 94
 - 23. 变压器直流电阻测量什么时候做? ... 94
 - 24. 变压器连接组别试验什么时候做? ... 94
 - 25. 变压器电压比测量什么时候做? ... 94
 - 26. 变压器泄漏电流测试什么时候做? ... 94
 - 27. 变压器 $\tan\delta\%$ 介质损失角正切值测量什么时候做? 94
 - 28. 变压器空载试验的目的是什么? ... 94
 - 29. 变压器油试验什么时候做? 94
 - 30. 变压器交流耐压试验什么时候做? 95
 - 31. 变压器的绝缘电阻如何测量和判断? 95
 - 32. 变压器的吸收比如何测量和判断? 96
 - 33. 变压器的直流电阻如何测量和判断? 96
 - 34. 变压器的连接组别如何测量? 97
 - 35. 变压器变压的测量方法和作用? ... 100
 - 36. 什么是变压器的空载试验? 100
 - 37. 变压器油试验目的是什么? 101
 - 38. 绝缘油试验项目与周期如何规定? 101
 - 39. 绝缘油的耐压试验步骤有哪些? 试验标准如何规定? 102
 - 40. 变压器交流耐压试验标准如何规定? 102
- 5.4 断路器试验 103
 - 41. 什么是高压断路器的合闸时间、分闸时间三相触头分、合闸的同期性? 103
 - 42. 什么是高压断路器的平均合闸速度及平均分闸速度? 103
 - 43. 高压断路器导电回路电阻的如何测量? 104
 - 44. SF₆ 高压断路器试验项目和试验周期有哪些要求? 104
 - 45. 真空高压断路器试验项目和试验周期有哪些要求? 106
 - 46. 高压断路器试验结果如何判断? ... 107
 - 47. 低压空气断路器试验项目和试验周期有哪些要求? 108
- 5.5 互感器试验 108
 - 48. 电压互感器的试验目的是什么? ... 108
 - 49. 电压互感器试验项目和试验周期如何规定? 109
 - 50. 电压互感器绝缘电阻如何测试? ... 109
 - 51. 电压互感器 $\tan\delta\%$ 试验如何进行? 109

52. 电压互感器交流耐压试验如何进行?	110	80. 电力电缆的试验项目有哪些? ...	119
53. 电压互感器如何测试空载电流? ...	110	81. 电力电缆试验的一般规定有哪些?	120
54. 电压互感器连接组别和极性试验如何进行?	110	82. 为什么电力电缆一般做交流作耐压试验?	120
55. 电压互感器电压比如何测量? ...	110	83. 电力电缆如何进行直流泄漏和耐压试验?	121
56. 什么是电压互感器感应耐压试验?	111	84. 电缆线路绝缘电阻值如何测量? ...	121
57. 电压互感器直流电阻如何测定? ...	111	85. 如何计算电缆线路的电容电流和充电功率?	122
58. 电流互感器试验目的是什么? ...	111	86. 高压交联电缆绝缘电阻试验项目与周期如何规定?	122
59. 电流互感器试验项目和试验周期如何规定?	111	87. 调频式串联谐振耐压试验装置的原理是什么?	123
60. 电流互感器如何测量绕组绝缘电阻?	112	88. 交联电缆的交流耐压试验标准是什么?	124
61. 电流互感器如何测量 $\tan\delta$?	112	89. 低压电力电缆试验有哪些要求? ...	125
62. 电流互感器交流耐压试验如何进行?	113	5.8 接地装置试验	125
63. 电流互感器局部放电试验如何进行?	113	90. 什么是接地、接地体和接地装置?	125
64. 如何测量电流互感器极性?	113	91. 接地装置的作用是什么?	125
65. 电流互感器变比试验如何进行? ...	113	92. 接地装置的试验目的是什么? ...	125
66. 电流互感器伏安特性试验如何进行?	114	93. 什么是接地电阻?	125
67. 电流互感器如何测量直流电阻? ...	115	94. 什么是大地零电位点?	125
5.6 避雷器试验	115	95. 接地装置的试验项目与周期如何规定?	126
68. 避雷器的试验目的是什么?	115	96. 接地电阻测试仪有哪些种类? ...	126
69. 避雷器有哪些试验项目?	115	97. 三线法测量接地电阻如何接线? ...	127
70. 阀式避雷器工作原理是什么? ...	115	98. 接地装置接地电阻标准如何规定?	128
71. 阀式避雷器试验项目与周期如何规定?	115	5.9 安全用具试验	129
72. 阀式避雷器绝缘电阻如何测量?	116	99. 高压绝缘用具主要包括哪些? ...	129
73. 阀式避雷器电导电流及串联组合元件的非线性因数差值如何测量?	116	100. 绝缘安全用具的试验前要做哪些检查?	129
74. 阀式避雷器工频放电电压试验如何进行?	117	101. 绝缘安全用具的试验内容是什么?	129
75. 阀式避雷器放电计数器动作情况如何检查?	117	102. 绝缘安全用具绝缘电阻如何测量?	129
76. 氧化锌避雷器工作原理是什么? ...	118	103. 绝缘安全用具工频交流耐压试验如何进行?	129
77. 氧化锌避雷器试验目的是什么? ...	118	104. 绝缘棒试验内容有哪些?	130
78. 氧化锌避雷器有哪些试验项目与周期?	118	105. 绝缘夹钳试验内容有哪些?	130
5.7 电力电缆试验	119	106. 绝缘手套试验内容有哪些?	131
79. 电力电缆的试验目的是什么? ...	119	107. 绝缘鞋试验内容有哪些?	131

108. 高、低压验电器用途和试验内容 有哪些？	132
-----------------------------------	-----

第6章 电力电缆

6.1 电力电缆结构	134
1. 电力电缆基本结构是什么？	134
2. 电缆的导体一般采用什么材质？	134
3. 电缆导电线芯有哪些要求？	134
4. 电缆的截面积如何规定？	136
5. 电力电缆的绝缘层材料有哪些主要 特点？	136
6. 什么是电力电缆绝缘线芯成缆？	137
7. 电缆绝缘厚度和电压等级有什么 关系？	137
8. 电缆绝缘厚度和截面积有什么 关系？	137
9. 电缆的护层有哪些种类？	137
10. 单芯交流电缆为什么不采用钢带 铠装？	138
11. 电缆屏蔽层的作用是什么？	139
6.2 电力电缆选型	139
12. 电缆型号的编制原则是什么？	139
13. 常用电力电缆的结构是什么？	140
14. 电力电缆芯数如何选择？	141
15. 电力电缆相线截面如何选择？	141
16. 电力电缆保护中性线截面如何 选择？	142
6.3 电力电缆头制作	143
17. 什么是电缆终端头和中间接头？	143
18. 电缆终端头和中间接头的基本要求 有哪些？	143
19. 电力电缆终端头应力锥的作用是 什么？	143
20. 电力电缆中间接头反应力锥的作用 是什么？	144
21. 交联聚乙烯绝缘电缆户内、户外热 缩、冷缩终端头制作的施工步骤是 什么？	145
22. 交联聚乙烯绝缘电缆热缩、冷缩中 间接头制作的施工步骤是什么？	145
23. 高压电缆中间接头、终端头安装有 哪些注意事项？	146

24. 10kV 三芯交联电缆热缩终端头制作 工艺是什么？	146
25. 10kV 三芯交联电缆热缩中间头制作 工艺是什么？	148
26. 15kV 三芯交联电缆冷缩终端头制作 工艺是什么？	150
27. 15kV 三芯交联电缆冷缩中间头制作 工艺是什么？	153
6.4 电力电缆敷设	157
28. 电缆线路敷设安装的施工程序是 什么？	157
29. 电力电缆线路路径如何选择？	158
30. 电缆线路的安装方式有哪些？	158
31. 电缆安装敷设前做哪些试验？	158
32. 电缆安装敷设的技术要求有 哪些？	160
33. 地下直埋电缆如何敷设？	161
34. 电缆沟电缆如何敷设？	163
35. 电缆钢索悬吊架空如何敷设？	164
36. 电缆槽架内电缆如何敷设？	164
37. 水中电缆如何敷设？	165
38. 电缆火灾外部因素有哪些？	165
39. 如何用封堵方式防止电缆着火？	166
6.5 电力电缆故障查找	167
40. 常见电缆故障原因有哪些？	167
41. 电缆线路故障按故障性质有哪些？	169
42. 电力电缆故障诊断的一般步骤与 方法是什么？	170
43. 电缆故障如何声测定点？	172
44. 电力电缆故障如何用音频感应 定点？	175

第7章 高低压电气控制

7.1 常用低压电器	179
1. 电磁式低压电器触头的接触形式有 哪些？	179
2. 电磁式低压电器触头的结构形式有 哪些？	179
3. 交流接触器的型号、结构和原理是 什么？	180
4. 电磁式继电器和接触器有哪些 区别？	181

5. 中间继电器有哪些特点?	181	28. 多回转电动阀门装置电气控制原理 是什么?	198
6. 什么是时间继电器? 有哪些 分类?	182	7.4 常用高压电器	199
7. 热继电器的结构及工作原理是 什么?	183	29. 什么是高压真空接触器?	199
8. 什么是主令电器?	183	30. 什么是高压真空接触器的 F-C 回路?	200
9. 控制按钮的结构是什么? 有哪些 分类?	183	31. 典型高压真空接触器控制原理和 优缺点是什么?	200
10. 行程开关的结构是什么? 有哪些 分类?	184	32. 改进的高压真空接触器控制原理是 什么?	201
11. 万能转换开关的结构是什么? 有 哪些分类?	185	33. 真空灭弧室的灭弧原理是什么? ...	203
12. 数字式电动机保护继电器有哪些 基本功能?	185	34. 真空断路器的结构是什么?	203
7.2 异步电动机控制电路	185	35. 高压断路器操作机构的作用和要求 有哪些?	204
13. 异步电动机控制电路有哪些组成 部分?	185	7.5 常见高压保护继电器	205
14. 单相交流异步电动机正转控制线 路原理是什么?	186	36. 什么是信号继电器?	205
15. 三相异步电动机单向运行电路原 理是什么?	186	37. 什么是瓦斯继电器?	206
16. 三相异步电动机带工艺或 DCS 联 锁控制电路的原理是什么?	187	38. 差动保护的原理是什么?	207
17. 采用 D 系列数字式电动机保护继 电器控制电路原理是什么?	188	39. 差动继电器有哪些类型?	207
18. 接触器联锁正反转运行控制电路 原理是什么?	189	40. 什么是电磁型电流继电器?	208
19. 自动往返运行控制电路原理是 什么?	190	41. 什么是电磁型电压继电器?	209
20. 主电路实现顺序控制电路原理是 什么?	191	42. 什么是 GL 系列感应型过电流继 电器?	210
21. 控制电路实现顺序控制电路原理是 什么?	192	43. 什么是电磁型时间继电器?	211
22. 时间继电器自动控制 Y- Δ 降压启动 控制电路原理是什么?	193	44. 什么是电磁型中间继电器?	213
23. 软启动器工作原理是什么?	194	45. 微机保护装置硬件系统的基本构成 是什么?	213
24. 软启动器应用电路控制原理是 什么?	194	7.6 高压电器的二次回路	214
7.3 其它控制电路	196	46. 高压电器的二次回路有哪些内容? ...	214
25. 晃电现象及其影响有哪些?	196	7.7 高压电气的直流操作电源	214
26. 防晃电交流接触器的控制原理是 什么?	197	47. 直流操作电源系统组成包括哪些 部分? 它的工作原理是什么? ...	214
27. 抗晃电再启动继电器控制原理是 什么?	197	48. 蓄电池的运行方式有哪些?	215
		49. 蓄电池的充电方法有哪些?	216
		7.8 常见高压控制电路	217
		50. 电动机用高压真空接触器控制电路 原理是什么?	217
		51. 电动机用高压真空断路器控制电路 控制原理是什么?	219
		52. 什么是微机型继电保护?	221
		53. 微机型保护供电变压器控制电路控 制原理是什么?	222
		54. 微机型保护高压电动机控制电路 原理是什么?	225

第8章 电力系统配电

1. 什么是电力系统? 229
2. 我国电网和电力设备的额定电压是多少? 230
3. 我国电压等级的划分及适用范围有哪些? 231
4. 电力系统的中性点运行方式有哪几种? 231
5. 什么是中性点直接接地电力系统? ... 232
6. 什么是中性点不接地电力系统? 232
7. 什么是中性点经消弧线圈接地电力系统? 233
8. 什么是工厂供配电系统? 233
9. 具有高压配电所的工厂供配电系统有什么特点? 233
10. 具有总降压变电所的工厂供配电系统(二次降压的供配电系统)有什么特点? 234
11. 具有一个降压变电所的工厂供配电系统有什么特点? 234
12. 工厂供配电电压的选择有什么要求? 235
13. 低压配电系统的接地形式有哪些? 236
14. 什么是工厂电力线路? 238
15. 工厂高压线路的接线方式有哪些? 238
16. 工厂低压线路的接线方式有哪些? 239
17. 电力线路的结构和敷设方式有哪些? 240
18. 电弧产生与熄灭的原因是什么? ... 243
19. 什么是电力负荷? 244
20. 什么是负荷曲线? 245
21. 为什么要确定用电设备的计算负荷? 246
22. 确定计算负荷有哪些方法? 247
23. 工厂计算负荷如何确定? 247
24. 工厂供配电一次系统有哪些常用的主接线方式? 249
25. 什么是无限大容量电力系统三相短路? 252

26. 怎样计算短路电流? 254
27. 如何选择电气设备? 256
28. 高低压开关电气的选择有什么要求? 257
29. 什么是供配电系统二次回路? ... 257
30. 高压断路器的控制和信号回路有什么特点? 259

第9章 继电保护

1. 什么是继电保护装置? 260
2. 继电保护在电力系统中的任务是什么? 260
3. 电力系统对继电保护的基本要求是什么? 260
4. 如何保证继电保护的可靠性? 261
5. 电磁型继电器有什么特点? 261
6. 感应型继电器有什么特点? 261
7. 整流型继电器有什么特点? 262
8. 新安装继电保护装置竣工后, 验收的主要项目是什么? 262
9. 微机继电保护装置的定检周期是怎样规定的? 262
10. 微机继电保护装置的现场检验应包括哪些内容? 262
11. 为保证电网保护的选择性, 上、下级电网继电保护之间逐级配合应满足什么要求? 262
12. 为保证继电保护发挥积极作用, 对电网结构、一次设备布置、厂所主接线等要考虑哪些问题? 262
13. 在哪些情况下允许适当牺牲继电保护部分选择性? 263
14. 为保证灵敏度, 接地故障保护最末一段定值应如何整定? 263
15. 系统最长振荡周期一般按多少考虑? 263
16. 220kV 及以上电网继电保护整定计算有哪些基本原则和规定? 264
17. 纵联保护在电网中的作用是什么? 264
18. 纵联保护的信号有哪几种? 264
19. 纵联保护电力载波高频通道由哪些

部件组成?	264	43. “记忆回路”为什么能够消除方向阻抗继电器的动作死区?	272
20. 电力载波高频通道有哪几种构成方式? 各有什么特点?	265	44. 什么是方向阻抗继电器的最大灵敏角?	272
21. 高频电流如何在高频通道上传输?	265	45. 什么是“阻抗分析的电压相量图法”?	272
22. 什么是微波保护? 用微波通道作为继电保护通道具有哪些特点? ...	265	46. 影响阻抗继电器正确测量的因素有哪些?	272
23. 使用载波通道的闭锁式纵联保护需要注意哪些问题?	266	47. 电压互感器和电流互感器的误差对距离保护有什么影响?	272
24. 什么是超范围式与欠范围式纵联保护?	266	48. 系统振荡对多相补偿距离继电器有什么影响?	273
25. 电流相位差动高频保护装置可分为哪几个主要部分?	267	49. 怎样防止距离保护在过负荷时误动?	273
26. 相差高频保护为什么设置定值不同的两个启动元件?	267	50. 什么是高频闭锁距离保护?	273
27. 高频相差保护中反映于不对称故障的启动元件高、低定值如何整定? ...	267	51. 高频闭锁距离保护有何特点? ...	273
28. 相差高频保护有何优缺点?	267	52. 高频保护中母差跳闸和跳闸位置停信的作用是什么?	274
29. 怎样检验相差高频保护在区外故障时的工作安全性?	268	53. 线路距离保护振荡闭锁的控制原则是什么?	274
30. 方向比较式高频保护的基本工作原理是什么?	268	54. 距离保护装置对振荡闭锁有什么要求?	274
31. 什么是闭锁式纵联方向保护? ...	268	55. 大电流接地系统中输电线路接地保护方式主要有哪几种?	274
32. 为什么选用负序功率方向作为高频闭锁方向保护的特征量? ...	268	56. 什么是零序保护? 大电流接地系统中为什么要单独装设零序保护? ...	274
33. 高频闭锁负序方向保护有何特点?	269	57. 零序电流保护由哪几部分组成? ...	274
34. 什么是距离保护? 距离保护有什么特点?	269	58. 零序电流保护在运行中需注意哪些问题?	275
35. 距离保护装置一般由哪几部分组成?	269	59. 采用接地距离保护有什么优点? ...	275
36. 对距离继电器的基本要求是什么?	270	60. 大电流接地系统的零序电流保护的时限特性和相间短路电流保护的时限特性有何异同?	275
37. 什么是距离继电器的极化量? 其作用是什么?	270	61. 多段式零序电流保护逐级配合的原则是什么?	275
38. 什么是测量阻抗、整定阻抗和动作阻抗?	270	62. 在大电流接地系统中, 为什么有时要加装方向继电器组成零序电流方向保护?	275
39. 什么是距离保护的时限特性? ...	270	63. 零序(或负序)方向继电器的使用原则是什么?	275
40. 为什么距离保护的Ⅰ段保护范围通常选择为被保护线路全长的80%~85%?	271	64. 在110~220kV中性点直接接地电网的线路保护中, 装设全线速动保护应遵循哪些原则?	276
41. 什么是方向阻抗继电器?	271	65. 在110~220kV中性点直接接地	
42. 方向阻抗继电器引入第三相电压的作用是什么?	271		

电网的线路保护中, 装设后备保护应遵循哪些原则?	276	放电间隙的零序电流、零序电压保护如何整定?	283
66. 对 330~500kV 线路, 应按什么原则实现主保护的双重化?	276	87. “两线一变” 接线的变压器停用时, 是否要求两线路保护之间有选择性?	283
67. 330~500kV 线路的后备保护应按什么原则装设?	276	88. 什么情况下变压器应装设瓦斯保护?	283
68. 对发电机或发电机变压器组装设纵联差动保护有哪些要求?	277	89. 什么情况下变压器应装设纵联差动保护?	283
69. 什么是发电机单继电器式横联差动保护?	277	90. 变压器微机保护装置有什么特点? 其设计要求是什么?	283
70. 发电机低压过电流保护中的低压元件作用是什么?	277	91. 装设母线保护应遵循什么原则? ...	284
71. 发电机定子绕组中的负序电流对发电机有什么危害?	278	92. 什么是固定连接方式的母线完全差动保护? 什么是母联电流相位比较式母线差动保护?	284
72. 发电机为什么要装设定子绕组单相接地保护?	278	93. 母线差动保护的电压闭锁元件定值如何整定?	284
73. 为什么现代大型发电机应装设 100% 的定子接地保护?	278	94. 为什么采用相位比较原理的母差保护在用于双母线时, 必须增设两母线相继故障动作回路?	285
74. 继电强行减磁装置的作用是什么? 怎样实现?	279	95. 什么是自动重合闸 (ARC)? 电力系统中为什么要采用自动重合闸? ...	285
75. 什么是同步发电机的并列运行? 什么是同期装置?	279	96. 选用自动重合闸方式的一般原则是什么?	285
76. 实现发电机并列有几种方法? 其特点和用途如何?	279	97. 自动重合闸方式的选定一般应考虑哪些因素?	285
77. 电力变压器的不正常工作状态和可能发生的故障有哪些? 一般应装设哪些保护?	279	98. 比较单相重合闸与三相重合闸有什么优缺点?	286
78. 变压器差动保护的不平衡电流是怎样产生的 (包括稳态和暂态情况下的不平衡电流)?	280	99. 自动重合闸的启动方式有哪几种? 各有什么特点?	286
79. 变压器比率制动的差动继电器制动线圈接法的原则是什么?	280	100. 电容式重合闸为什么只能重合一次?	287
80. 为什么差动保护不能代替瓦斯保护?	280	101. 综合重合闸一般有几种工作方式? 综合重合闸与各种继电保护装置怎样连接?	287
81. 谐波制动的变压器差动保护中为什么要设置差动速断元件?	281	102. 为什么在综合重合闸中需要设置故障判别元件?	287
82. 变压器零序纵联差动保护有什么特点?	281	103. 配合自动重合闸的继电保护整定应满足哪些要求?	288
83. 变压器中性点接地方式的安排一般如何考虑?	281	104. 自动重合闸的动作时间如何整定?	288
84. 什么是复合电压过电流保护? ...	282	105. 采用单相重合闸时应考虑哪些问题?	288
85. 变压器各侧的过电流保护的作用和整定原则是什么?	282		
86. 中性点经间隙接地的变压器, 中性点			

第10章

接地接零与防雷保护

10.1 电力系统及建筑物接地	289
1. 电气接地的基本概念是什么?	289
2. 接地装置的定义是什么?	289
3. 什么是接地电流?	290
4. 接触电势和接触电压指什么?	290
5. 跨步电势和跨步电压指什么?	290
6. 中性点、零点和中性线、零线分别指什么?	291
7. 接地和接零分别指什么?	291
8. 大、中型电加热器的接地采取何种措施?	292
9. 交流弧焊机的接地采取何种措施? ...	292
10. 高频加热和高频焊接设备接地采取何种措施?	293
11. 电器三芯电源线中接地线的颜色标准是什么?	293
12. 单相三孔插座的标志以及它的正确接法是什么?	294
13. 电气照明设备的接零保护需注意什么?	295
14. 电气照明线路的接地保护有哪些种类?	296
15. 露天可燃气体储气柜的防雷接地需注意什么?	297
16. 露天油罐的防雷接地需注意什么?	297
17. 户外架空管道的防雷接地需注意什么?	298
18. 水塔的防雷接地需注意什么? ...	298
19. 烟囱接地需注意什么?	298
10.2 电气接地的计算与测量	298
20. 电气接地设计的步骤是什么? ...	298
21. 电气接地的范围如何规定?	299
22. 接地装置的一般规定是什么? ...	301
23. 工频接地电阻的一般要求是什么?	302
24. 自然接地体的特征是什么?	303
25. 有哪些设备可以作为自然接地体来计算?	303
26. 电缆外皮作为自然接地体的计算方法是什么?	303

27. 2000m 以上的水管作为自然接地体的计算方法是什么?	304
28. 人工接地体的计算方法是什么? ...	304
10.3 雷电的形成及防护	304
29. 雷电的特性有哪些?	304
30. 什么是雷电波侵入?	306
31. 雷电的危害方式有哪些?	306
10.4 常见防雷设备结构和选用	307
32. 防雷的方法有哪几种?	307
33. 什么叫遮盖方法?	307
34. 什么叫堵截方法?	307
35. 什么叫隔离方法?	308
36. 常用的防雷设备有哪些?	308
37. 避雷针的作用是什么?	309
38. 避雷线主要保护范围是什么? ...	309
39. 避雷网和避雷带的使用对象是什么?	309
40. 常用避雷针由哪几部分组成? ...	309
41. 避雷针如何选择?	310
42. 如何计算避雷线的保护范围? ...	312
43. 避雷线一般采用什么材质?	313
44. 避雷器有哪些种类和哪些要求?	313
45. 管型避雷器工作原理是什么? 有哪些优缺点?	314
46. 阀型避雷器工作原理是什么? ...	315
47. 管型避雷器和阀型避雷器应用范围有何区别?	315
48. 金属氧化物避雷器工作原理是什么? 有哪些优点?	316
49. 氧化锌避雷器试验项目有哪些?	317
50. 防雷接地装置由哪几部分组成? ...	317
51. 引下线的作用是什么?	317
52. 防雷装置的引下线有何要求? ...	317
53. 接地极的规格尺寸有哪些要求? ...	318
54. 不同防雷接地的接地电阻标准是什么?	319
55. 什么是电涌保护器 (SPD)?	320
56. 电涌保护器的类别有哪些?	321

第11章

软启动器与变频调速

11.1 变频器的基本知识	323
---------------------	-----

1. 低压变频器的基本结构与原理是什么?	323	27. 变频调速器外接两地控制电路原理是什么?	339
2. 变频器内部主电路有哪些组成部分?	324	28. 变频与工频切换的控制电路原理是什么?	340
3. 变频器交一直变换主电路工作原理是什么?	324	11.5 变频器的维护	341
4. 变频器直—交变换主电路工作原理是什么?	325	29. 变频器如何进行静态测试?	341
5. 变频器能耗制动电路工作原理是什么?	326	30. 变频器如何进行动态测试?	342
6. 变频器控制电路的任务是什么? ...	327	31. 变频器有哪些常见故障?	342
7. 什么是变频器的 V/F 控制方式? ...	327	11.6 软启动器的基本知识	343
8. 什么是变频器的矢量控制方式? ...	328	32. 什么是软启动器斜坡启动?	343
9. 什么是变频器直接转矩控制方式?	329	33. 什么是软启动器的带脉冲突调启动?	343
11.2 变频器的安装与选型	329	34. 什么是软启动器的限电流启动?	344
10. 安装变频器的方法和要求有哪些?	329	35. 什么是软启动器的双斜坡启动?	344
11. 变频器选用的原则是什么?	330	36. 什么是软启动器的全电压启动?	344
12. 如何选择变频器的功率?	330	37. 什么是软启动器的预置慢速启动?	345
13. 如何根据负载类型选择变频器? ...	330	38. 什么是软启动器的线性加速启动?	345
14. 如何选择变频器的箱体结构? ...	331	39. 软启动器常用停车有哪几种? ...	346
15. 变频器对安装环境有哪些要求? ...	331	11.7 软启动器的运行与保护	347
16. 变频器的发热与散热有哪些要求?	331	40. 软启动器的运行方式是什么? ...	347
11.3 变频器外围设备与抗干扰	331	41. 软启动器常用保护有哪些?	348
17. 变频器的输入电流对功率因数的影响是什么?	331	11.8 软启动器的选型与安装	350
18. 如何改善变频器输入电路的功率因数?	332	42. 软启动器对工作环境有什么要求?	350
19. 变频器电抗器如何选用?	333	43. 怎样选择软启动器?	350
20. 外界对变频器的干扰主要有哪些? ...	334	44. 使用软启动器应注意哪些事项?	351
21. 什么是变频器输出侧的谐波干扰?	334	11.9 软启动器维护与故障处理	351
22. 变频器谐波对电气设备的危害有哪几个方面?	335	45. 怎样检查和维护软启动器?	351
23. 变频器的抗干扰措施有哪些? ...	335	46. 软启动器有哪些常见故障?	351
11.4 变频器实用控制电路	337		
24. 按钮开关控制变频调速器电路原理是什么?	337		
25. 继电器控制变频调速器电路原理是什么?	338		
26. 变频调速器正、反转运行控制电路原理是什么?	338		

第12章 安全用电

12.1 人身触电的危害与防护措施	353
1. 电流对人体有什么危害?	353
2. 影响电击伤害严重程度的因素有哪些?	353
3. 防护触电的基本措施有哪几类? ...	355