



电力实用技术丛书

配电网建设 实用技术问答

► 主 编 胡 刚
► 副主编 商建华 常朝柱



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



电力实用技术丛书

配电网建设 实用技术问答

► 主 编 胡 刚
► 副主编 商建华 常朝柱
► 参 编 李占军 张长青 杨伟杰 秦九渠
赵 璞 万卫华 周志军

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内容简介

配电网是指从输电网或地区发电厂接受电能,通过配电设施就地分配或按电压逐级分配给各类用户的电力网。配电网是由架空线路、电缆、杆塔、配电变压器、隔离开关、无功补偿电容及一些附属设施等组成的,在电力网中起着重要的分配电能的作用。本书共4章,以问答的形式对配电网概述、配电网规划与设计、配电网建设与施工、配电网运行与维护进行了介绍,通俗易懂,针对性强,易于阅读。

本书适合于从事城乡电网规划、建设、改造的技术与管理人员阅读,也可作为配电网运行与维护人员的岗位培训、职业教育相关专业的教学用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

配电网建设实用技术问答 / 胡刚主编. —北京:电子工业出版社, 2012.3

(电力实用技术丛书)

ISBN 978-7-121-15460-7

I. ①配… II. ①胡… III. ①配电系统—问题解答 IV. ①TM727-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第259220号

责任编辑:张 剑(zhang@phei.com.cn)

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:880×1230 1/32 印张:8 字数:246千字

印 次:2012年3月第1次印刷

印 数:6000册 定价:22.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

丛 书 序

电力工业是关系国计民生的基础产业，是技术与资金密集型的高科技行业。改革开放以来，随着科学技术的发展和电力生产建设规模的不断扩大，电力系统正在朝着高电压、大容量、远距离输送、全国联网的高科技智能电网方向发展。

为了适应电力建设和智能电网迅速发展的需要，提高电力系统职工队伍的技术业务素质，并对从事变电所、供/配电电气运行的技术人员进行正规化、系统化的培训，特组织编写了电力实用技术丛书，主要阐述了电力系统通信、继电保护、电力变压器、电网无功补偿、线损管理与降损技术、电力系统自动化、调度运行、农电综合管理、配电网建设、智能变电站和农村电力电气等方面的内容，总结和分析了电力系统变电所、供/配电及用电等各个环节的电气运行情况、电气设备及安全管理知识。本丛书不仅是变电所、供/配电及用电单位的设计、施工、运行、维护和技术管理人员的必备用书，也可作为工矿企业供/配电工人岗位培训、职业教育相关专业的教学用书。

希望电力实用技术丛书的出版，会对电力建设和智能电网的发展，提高电力系统职工队伍技术业务素质，起到积极的促进作用。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '张健' (Zhang Jian), located at the bottom right of the page.

前 言

配电网是指从输电网或地区发电厂接受电能，通过配电设施就地分配或按电压逐级分配给各类用户的电力网。配电网是由架空线路、电缆、杆塔、配电变压器、隔离开关、无功补偿电容以及一些附属设施等组成的，在电力网中起着重要的分配电能的作用。

随着社会的快速发展，对供电的要求也越来越高。加强配电网的建设，是满足用户的用电需求，实现安全、可靠供电，保证良好的电能质量，提高电力运行的经济性的保障。改革开放以来，特别是国家加大城网和农网改造力度以后，中小城市开始对落后陈旧的城市供电线路进行整顿改造，新建了一批供/配电线路、变电站和配电台区。但是，由于缺乏全面、长远的配电网规划，目前的配电网建设难以适应社会、经济高速发展的需求，严重影响了电力市场的发展。

本书共 4 章，以问答的形式对配电网建设的相关知识进行了介绍，通俗易懂，针对性强，易于阅读。

- 第 1 章 配电网概述
- 第 2 章 配电网规划与设计
- 第 3 章 配电网建设与施工
- 第 4 章 配电网运行与维护

本书由胡刚任主编，商建华、常朝柱任副主编。参加本书编写的还有李占军、张长青、杨伟杰、秦九渠、赵璞、万卫华和周志军。

因编写时间、编写水平有限，书中难免有纰漏和不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 配电网概述	1
1. 输电网与配电网如何划分?	1
2. 中压架空配电网如何定义?	1
3. 中压电缆配电网网络结构一般如何划分?	1
4. 配电网负荷的组成有几种?	2
5. 配电网日负荷曲线的意义是什么?	4
6. 配电网年负荷曲线的意义是什么?	4
7. 什么是配电网负荷同时率?	5
8. 如何预测配电网负荷?	6
9. 什么是配电网的负荷密度?	7
10. 什么是配电网的容载比?	7
11. 配电网电压偏差有何要求?	8
12. 什么是供电可靠性?	10
13. 用户如何分类?	12
14. 电力负荷如何分类?	13
15. 配电网电压如何调整?	14
16. 配电网无功补偿的原则是什么?	15
17. 如何选择配电网无功补偿容量?	16
18. 配电网线损增加的原因有哪些?	18
19. 降低线损的技术措施有哪些?	18
20. 如何选择无功补偿装置地点和方式?	19
21. 配电网自动化系统由哪些部分组成?	20
第 2 章 配电网规划与设计	22
1. 配电网 $N-1$ 准则指的是什么?	22
2. 配电网规划原则是什么?	23
3. 配电网供电半径有何要求?	24

4. 架空线路的分段原则是什么?	26
5. 架空线路“手拉手”环网结构如何构成?	26
6. 架空线路“三分段三联络”环网结构如何构成?	26
7. 电缆线路“单环网”结构如何构成?	26
8. 电缆线路“双环网”结构如何构成?	27
9. 配电网的接线方式应满足哪些要求?	27
10. 架空线路导线及绝缘子一般如何选择?	28
11. 架空线路导线截面选择遵循什么原则?	29
12. 架空线路绝缘导线接地环设置遵循什么原则?	29
13. 架空(绝缘)线路导线排列有何要求?	29
14. 线路档距有何要求?	30
15. 导线设计安全系数有何要求?	30
16. 绝缘子及金具的机械强度安全系数有何要求?	30
17. 线路金具用途和分类都有哪些?	31
18. 配电线路导线最小线间距离是多少?	33
19. 同杆架设配电线路横担之间最小垂直距离是多少?	33
20. 配电线路引下线、拉线、电杆或构架距离有什么要求?	34
21. 电杆埋深如何计算?	34
22. 配电线路拉线装设有什么要求?	35
23. 配电线路防雷和接地如何规定?	35
24. 配电线路垂直接地体如何敷设?	37
25. 降低接地电阻的措施有哪些?	38
26. 新增配电变压器的位置及容量如何选择?	38
27. 配电变压器熔断器熔丝如何选择?	38
28. 配电变压器安装有何要求?	39
29. 配电变压器保护配置如何选择?	39
30. 采用电缆线路有什么优缺点?	39
31. 电缆型号都有哪些?	40
32. 电缆线路路径选择如何规定?	42
33. 电缆接头有哪些类型?	43

34. 电缆材料及截面选择一般遵循什么原则?	45
35. 电缆的敷设方式有哪些? 如何选择敷设方式?	45
36. 电缆支架和夹具如何选择?	48
37. 电缆隧道设计如何要求?	48
38. 电缆防火设计如何要求?	49
39. 怎样计算电缆的载流量?	53
40. 影响电缆载流量的因素有哪些?	55
41. 什么是电缆截面的经济最佳化?	56
42. 什么叫短路电流热稳定性?	57
43. 怎样计算电缆允许短路电流?	57

第3章 配电网建设与施工58

1. 地质勘察的内容与作用有哪些?	58
2. 开工前的准备工作有哪些?.....	58
3. 施工组织设计应包括哪些内容?	58
4. 施工组织设计的编制与审批是如何规定的?	59
5. 杆塔基础作用力有哪些? 基础的种类有哪一种?	59
6. 如何进行底拉盘的吊装?	59
7. 如何进行双杆底盘中心的找正?	59
8. 如何进行拉盘中心的找正?	60
9. 构成混凝土的材料有什么要求?	60
10. 混凝土标号是如何规定的?	61
11. 观测档选择的原理是什么?	62
12. 观测点的选择有什么要求?	62
13. 弧垂观测时, 除了要注意观测档和观测点的选择外, 还应注意 什么?	63
14. 弧垂的允许误差是多少?	63
15. 如何通过百米弧垂表计算弧垂?	63
16. 如何应用等长法进行弧垂的观测?	63
17. 如何应用异长法进行弧垂的观测?	64
18. 如何进行导线交跨距离测量?	65

19. 如何测量导线对地距离?	67
20. 如何测量导线的交叉跨越距离?	67
21. 如何测量导线与建筑物、树竹等净空距离?	69
22. 电线杆结构基本形式有哪几种? 各有什么特点?	69
23. 常用的杆塔组立方法有哪些?	70
24. 根据拉线的用途和作用, 拉线分为几种?	71
25. 一般拉线由几部分构成?	71
26. 导线的连接有哪些要求? 其接头有哪些要求?	71
27. 导线接头连接时应注意哪些问题?	72
28. 如何进行导线直线管的液压操作?	72
29. 如何进行耐张管的液压操作?	72
30. 放线前应做好哪些准备工作?	73
31. 导线损伤到哪些情况下必须锯断重接?	73
32. 导线放线施工的方法有哪几种? 分别适用于哪种情况?	73
33. 放线过程中应考虑在哪些部位安排人员监护?	73
34. 放线过程中应注意哪些问题?	74
35. 紧线前应做好哪些准备工作?	74
36. 紧线方法有哪几种?	74
37. 什么叫过牵引力?	74
38. 附件安装包括哪些内容?	74
39. 架线验收的项目有哪些?	75
40. 柱上开关的安装原则是什么?	75
41. 变压器安装位置有什么要求?	75
42. 变压器台的安装要求有哪些?	75
43. 变压器安装前应检查哪些项目?	75
44. 配电线路对无功补偿有什么要求?	76
45. 变压器并联运行有什么具体要求?	76
46. 给出双杆台式变压器的安装图。安装时需要哪些材料设备?	76
47. 给出 10kV 开闭所的一般平面布置图。使用的材料有哪些?	79
48. 土壤电阻率的测量方法是什么?	79

49. 配电变压器对接地电阻的要求有哪些?	80
50. 接地装置一般用哪些材料制作? 其规格如何?	80
51. 设备接地装置的安装形式有哪些(以分接箱为例)?	80
52. 接地电阻测试时需要注意哪些方面?	81
53. 测量接地电阻使用的主要工/器具有哪些?	82
54. 接地装置施工完成后的验收都有哪些方面?	82
55. 电缆敷设有何基本要求? 包括哪些项目?	82
56. 运输电缆有何规定?	83
57. 电缆的敷设方式有哪些? 其敷设技术要求是什么?	83
58. 电缆线路土建设施主要有哪几种类?	84
59. 挖掘电缆沟槽时应注意些什么?	84
60. 电缆排管和工井有何技术要求?	85
61. 电缆桥架和电缆沟有何技术要求?	89
62. 电缆隧道有何施工方法? 隧道中有哪些辅助设施?	90
63. 电缆敷设的基本要求有哪些?	92
64. 常用的电缆敷设机械有哪些?	94
65. 电缆支架的安装及优缺点有哪些?	95
66. 排管内的电缆敷设安装的一般规范要求是什么?	97
67. 电缆沟和电缆隧道的电缆敷设安装的一般规范要求是什么?	97
68. 怎样进行电缆直埋敷设?	98
69. 怎样进行电缆排管敷设?	100
70. 怎样进行电缆沟敷设?	102
71. 如何确定电缆的固定部位? 电缆固定的要求有哪些?	106
72. 从施工工艺比较, 电缆冷缩、热缩接头制作工艺各有什么特点?	107
73. 电缆接头有何基本技术要求?	107
74. 电缆终端在电气装置方面应符合什么规定?	109
75. 为什么高压单芯交联聚乙烯绝缘电力电缆要采用特殊的接地方式?	111
76. 电力电缆三头金具压接工艺要点有哪些?	112

77. 制作热缩电缆头有哪些特殊要求?	113
78. 制作冷缩电缆头有哪些特殊要求?	114
79. 电缆导体连接有哪些方法?	115
80. 铜和铝以及截面不相同的导体如何连接?	116
81. 如何制作三头电缆终端头?	116
82. 如何制作电缆中间头?	119
83. 电缆线路电气试验有哪些项目? 分别用于哪些情况?	121
84. 如何进行交叉互联系统的试验? 有哪些要求?	122
85. XLPE (交联聚乙烯) 电缆进行直流耐压试验的问题主要表现在 哪些方面?	123
86. 交联聚乙烯电缆具有哪些优缺点?	123
87. 电缆分支箱的安装有哪些规定?	124

第 4 章 配电网运行与维护 126

1. 运行管理单位应存放哪些方面的资料?	126
2. 如何进行设备的评级?	128
3. 设备的缺陷如何分类?	129
4. 配电线路重大缺陷有哪些?	129
5. 配电线路紧急缺陷有哪些?	130
6. 配电线路的巡视分为哪几种?	130
7. 配电线路巡视应检查哪些内容? 巡视的重点是什么?	131
8. 配电线路正常运行的标准有哪些?	134
9. 导线最大弛度时, 对其他设施的最小距离如何规定?	136
10. 配电线路各项巡视周期和检查/维护周期是多少?	136
11. 变压器 (含变压器台) 和配/变电站 (含箱式变电站) 的巡视、 检查、维护周期是多少?	138
12. 变压器和变压器台的巡视、检查内容有哪些?	138
13. 巡视变压器时, 当发现哪些情况时必须进行检查、处理?	139
14. 在哪些情况下变压器应立即停止运行?	139
15. 配电站在正常运行中应巡视检查哪些方面?	140
16. 如何做好箱式变电站的运行维护工作?	141

17. 柱上真空断路器及隔离开关的巡视检查内容有哪些？	142
18. 避雷器的巡视、检查内容有哪些？	143
19. 电容器巡视、检查有哪些方面？	143
20. 电缆线路及电缆线段的巡视周期是如何规定的？	143
21. 电缆线路巡视的主要注意事项有哪些？	144
22. 电缆线路巡视主要进行哪些具体的检查？	145
23. 如何做好隧道、电缆沟、人井和排管的检查？	145
24. 防雷和接地装置的巡视范围和内容是什么？	146
25. 配电线路事故处理的一般要求是什么？	146
26. 如何进行配电线路的火灾处理？	147
27. 配电线路及其设备有哪些标志？	148
28. 如何做好架空线路的防护？	149
29. 如何进行电缆的防护？	150
30. 如何进行水泥杆的检修？	151
31. 当杆塔金属构件出现哪些情况时需要进行检修？	152
32. 配电线路的杆塔组装有哪些技术要求？	152
33. 哪些情况要对配电变压器台架及横担进行检修与更换？	154
34. 绝缘子发生哪些情况需要进行检查及更换？	154
35. 电力电缆线路检修的一般规定有哪些？	155
36. 电力电缆线路检修的技术要求有哪些？	156
37. 电缆沟的检查、检修包括哪些内容？	160
38. 过桥电缆及专用电缆桥架的检修有哪些内容？	161
39. 柱上真空断路器的小修、大修和临时检修的内容有哪些？	161
40. 柱上真空断路器的检修项目及检修标准有哪些？	162
41. 柱上真空断路器的小修项目及检修标准有哪些？	163
42. 柱上隔离开关的检修有哪些技术要求？	164
43. 室内隔离开关的检修有哪些内容？	165
44. 配电变压器检修的一般要求有哪些？	167
45. 变压器检修的项目及要求有哪些？	167
46. 油浸变压器检修质量标准有哪些？	168

47. 干式变压器的检修内容有哪些?	169
48. 低压断路器的日常维护有哪些内容?	170
49. 低压断路器的常见故障及处理方法有哪些内容?	170
50. 线路跳闸后, 如何快速寻找故障点?	171
51. 如何进行正杆?	172
52. 如何更换耐张杆(终端杆)?	173
53. 如何更换直线杆?	176
54. 如何更换直线横担?	179
55. 如何更换耐张横担?	180
56. 导线进行修补和更换的条件是什么? 在进行修补或更换时应注意哪些内容?	181
57. 架空绝缘导线检修有哪些技术要求?	184
58. 如何更换架空绝缘导线?	190
59. 如何调整导线弧垂?	192
60. 如何在停电状态下更换绝缘子?	195
61. 如何进行拉线更换?	196
62. 如何进行接地装置的检修和更换?	199
63. 如何进行杆塔基础的维护检修工作?	201
64. 在 10kV 配电线路上带电作业的安全距离是如何规定的?	203
65. 带电作业过程中应注意哪些问题?	204
66. 如何进行带电断开引流线?	205
67. 如何进行带电接引流线?	206
68. 如何带电更换直线杆边相针式绝缘子?	208
69. 如何带电更换直线杆中相针式绝缘子?	210
70. 如何带电更换耐张绝缘子?	212
71. 如何带电更换跌落保险?	214
72. 如何带电更换刀闸?	215
73. 如何利用地电位作业法带电更换 10kV 线路的避雷器? 其安全注意事项是什么?	216
74. 如何进行带电修补导线?	217

75. 交联聚乙烯电缆线路的预防性试验项目、方法和要求有哪些?	218
76. 为什么交联聚乙烯等挤包绝缘电缆不宜做直流耐压试验?	219
77. 直流耐压试验后, 为什么要进行放电?	220
78. 影响泄漏电流测量值的因素有哪些?	221
79. 如何进行电缆泄漏电流的测定?	222
80. 寻测电缆线路故障点的方法都有哪些?	222
81. 电缆故障测试的一般步骤是怎样的?	223
82. 故障点位于电缆两端及其附近时, 有哪些测试技巧?	225
83. 如何进行电缆线路故障的判定?	226
84. 受潮或进水的电缆故障测试特点有哪些?	227
85. 交联电缆的故障现象与特点是什么?	228
86. 电缆绝缘电阻偏低应如何运行与维护?	228
87. 如何鉴别出停电电缆?	229
88. 怎样核对电缆线路两端的相位?	230
89. 电缆线路安装中的验收包括哪些内容?	231
90. 电缆线路竣工后的验收包括哪些内容?	233
91. 为什么要测量运行电缆的表面温度?	234
92. 如何判断电缆的运行温度是否正常?	234

第 章 配电网概述

1. 输电网与配电网如何划分？

输电网是将许多电源点（发电厂）与变电站连接起来的网络体系。输电网按电压等级划分，组成网络结构。配电网是从变电站接受电能，再分配给千家万户的电力网。目前，根据我国电网发展水平，送（输）电电压一般分为 1000kV、750kV、500kV、330kV、220kV；配电网的电压等级分为三类，即高压配电网（110kV、63kV、35kV）、中压配电网（20kV、10kV）和低压配电网（380V/220V）。

2. 中压架空配电网如何定义？

中压配电网是指由中压配电线路和开闭所组成的向用户提供电能的配电网。中压配电网的功能是从高压配电网接受电能，向中压用户供电，或者向各负荷中心进行供电，再经过变压器向下一级低压配电网提供电源。在我国，中压配电网通常采用 10kV 为标准额定电压，目前也有采用 20kV 进行供电的。

中压配电网点多、面广，负荷分散，接线复杂。根据我国《城市中低压配电网改造技术导则》规定，中压配电网应有一定的容量裕度，以利于经济运行和负荷转移。配电网经建设改造后，应能实现线路非检修或非故障段的负荷转移，进而实现任一中压馈电柜因故停运时转移全部负荷的目标，并争取实现当变电站一段母线因故停运时能转移全部负荷的目标。

3. 中压电缆配电网网络结构一般如何划分？

电缆配电网是指以地下配电电缆线路和配电所（柜）所组成的向

用户供电的配电网。电缆配电网与架空配电网的功能相同，但电缆的建设与运行费用昂贵。因此，电缆线路一般只应用于城市景观旅游景点或架空走廊有困难的地方，以及负荷密度高、用架空线路不能满足要求时。电力电缆技术的发展趋势是超高压、大长度、大截面、多样化和可靠性。

4. 配电网负荷的组成有几种？

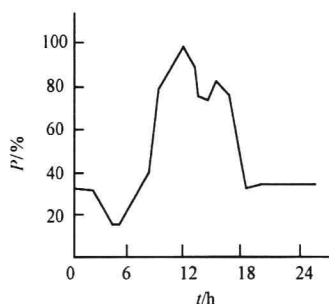
配电网负荷特性直接反映了配电网负荷的固有性质、变化规律：幅值大小、功率因数、季节变化等。配电网负荷通常分为工业用电负荷、农业用电负荷、交通运输用电负荷、市政生活及照明用电负荷 4 大类。

1) **工业用电负荷** 工业用电通常有负荷比较集中、连续性强的特性。负荷情况与行业性质及用户工作方式有关。图 1-1 所示为不同倒班企业的日负荷曲线。虽然工业用电负荷也随外界环境条件变化而有所增减（如建材业受季节影响负荷有所变化），但影响较小，全年负荷比较稳定。工业用电负荷在配电负荷中的比重会随着工业、经济的快速发展而逐渐减少，在工业很发达的欧美、日本等国分别约占 30%、40%，而在发展中国家一般都在 70% 以上，我国约占 70%。

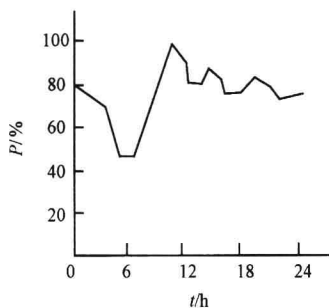
2) **农业用电负荷** 农业用电负荷主要为农村居民用电、农村生产与排灌用电等。农业用电负荷受气候、季节的影响很大。

3) **交通运输用电负荷** 主要包括火车站、汽车站、飞机场、航运码头、航空站的动力和通风电，电气化铁路和电气化运输机械用电，以及车站、码头、机场基建用电等，这类负荷全年基本不变。

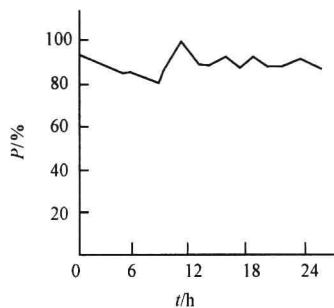
4) **市政生活及照明用电负荷** 该类负荷主要包括城市公用事业、居民、商业、学校、机关、医院、部队等生活及照明用电。其中，公用事业用电负荷较为平稳；居民、商业等负荷受季节影响非常明显，夏天（高温负荷时）城市居民降温负荷占总负荷可达 30%，因此该类负荷波动性极大（在发达的欧美国家，该类负荷在配电网负荷中所占比重很大，而在经济欠发达国家，该类负荷所占比重较小）。



(a)



(b)



(c)

图 1-1 不同倒班企业的日负荷曲线

图 1-2 所示为一条城市中压配电线路的日负荷曲线。

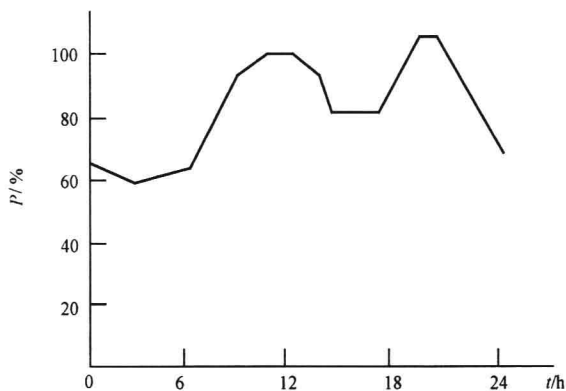


图 1-2 一条城市中低压配电线路的日负荷曲线