

# 城乡电网改造

## 实用技术问答

陈化钢 主编



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

183840

TM727-44

7428

# 城乡电网改造 实用技术问答

---

陈化钢 主编



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

## 内 容 提 要

本书是以《城市电力网规划设计导则》(能源电[1993]228号文颁发)、《城市中低压配电网改造技术导则》(DL/T599—1996)《农村电网建设与改造技术原则》(国电农[1999]191号)、《农村电网建设与改造工程验收办法》及国家电力公司有关文件为依据,并且结合城乡电网建设改造的实际需要而进行编写的。全书共分6章,计203题,主要回答了我国城乡电网建设改造的目的、指导思想、技术原则和目标;城乡配电网的结构模式、接线方式;城乡电网建设改造中采用的新技术与新设备、电能计量新方法、防雷措施、继电保护方法,以及配电系统自动化等方面的问题。本书重视物理概念,密切联系实际,突出实际应用。

本书可供从事城乡电网建设改造规划、设计、施工和管理的工程技术人员及有关领导阅读,也可供大、中专院校电力专业的师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

城乡电网改造实用技术问答/陈化钢主编. —北京:中国水利水电出版社, 1999.9

ISBN 7-5084-0074-7

I. 城… I. 陈… III. ①城市配电-电力系统结构-电力工程-技术②农村配电-电力系统结构-电力工程-技术 IV. TM727

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第26737号

|        |                                                                                                                                |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书<br>名 | 城乡电网改造实用技术问答                                                                                                                   |
| 作<br>者 | 陈化钢 主编                                                                                                                         |
| 出版、发行  | 中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044)<br>网址: www.waterpub.com.cn<br>E-mail: sale@waterpub.com.cn<br>电话: (010) 63202266(总机)、68331835(发行部) |
| 经<br>售 | 全国各地新华书店                                                                                                                       |
| 排<br>版 | 中国水利水电出版社微机排版中心                                                                                                                |
| 印<br>刷 | 北京市朝阳区小红门印刷厂                                                                                                                   |
| 规<br>格 | 787×1092毫米 16开本 15印张 342千字                                                                                                     |
| 版<br>次 | 1999年8月第一版 1999年8月北京第一次印刷                                                                                                      |
| 印<br>数 | 0001—5000册                                                                                                                     |
| 定<br>价 | 28.00元                                                                                                                         |

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

# 前 言

为满足社会各方面对电力的需求，城乡电网建设改造工作正在全国范围内逐步展开。为适应这一工作的需要，我们编写了这本《城乡电网改造实用技术问答》，献给从事这方面工作的工程技术人员。

在本书编写过程中，我们以《城市电力网规划设计导则》（能源电 [1993] 228 号文颁发）、《城市中低压配电网改造技术导则》（DL/T599—1996）、《农村电网建设与改造技术原则》（国电农 [1999] 191 号）、《农村电网建设与改造工程验收办法》及国家电力公司有关文件为依据，并结合城乡电网建设改造的实际需要进行选题。重视物理概念、理论联系实际、突出实际应用，希望能对城乡电网建设改造工作有所帮助。为了方便广大读者阅读和工作，本书附录中全文收录了中华人民共和国原能源部、建设部颁发的《城市电力网规划设计导则》（能源电 [1993] 228 号）和原电力部颁发的中华人民共和国电力行业标准《城市中低压配电网改造技术导则》（DL/T599—1996），国家电力公司颁发的《农村电网建设与改造技术原则》（国电农 [1999] 191 号），以及《农村电网建设与改造工程验收办法》，在此对原出版单位表示衷心的感谢。

本书在编写过程中查阅了大量的文献、资料，并参考和引用了有关同志的研究成果，谨在此向他们表示衷心的感谢。

本书由陈化钢主编，常州供电局董其国、杭州市电力局城南供电局应鸿参加了部分编写工作，全书由陈化钢统稿。

由于本书涉及许多新技术、新设备、新方法，且编者水平有限，不妥和错误之处在所难免，敬请读者批评指正，不胜感激。

编 者

1999 年 8 月

# 目 录

## 前言

## 第一章 总 论

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 1. 什么是电力系统和电力网? .....                 | 1  |
| 2. 什么是配电网? 其功能是什么? 分为几类? .....        | 1  |
| 3. 什么是城市配电网、城市电力网? 它们的特点是什么? .....    | 1  |
| 4. 城市配电的特点是什么? .....                  | 1  |
| 5. 为什么要对城市电网进行改造? 改造的主要技术措施有哪些? ..... | 2  |
| 6. 城市电网改造的指导思想是什么? .....              | 3  |
| 7. 当前城市电网建设改造的特点是什么? .....            | 3  |
| 8. 城市电网建设改造的基本要求是什么? .....            | 4  |
| 9. 城市电网建设改造的重点是什么? .....              | 4  |
| 10. 城市电网建设改造的主要技术原则是什么? .....         | 4  |
| 11. 进行城市电网建设改造规划的依据是什么? .....         | 5  |
| 12. 城市电网建设改造项目可行性研究应包括哪些内容? .....     | 5  |
| 13. 城市电网建设改造的规模是什么? .....             | 5  |
| 14. 城市电网建设改造的目标是什么? .....             | 5  |
| 15. 城市电网的运行性能指标是什么? .....             | 6  |
| 16. 供电电能质量的主要指标有哪些? .....             | 7  |
| 17. 搞好城市电网规划的意义是什么? .....             | 7  |
| 18. 城市电网规划的主要技术原则有哪些? .....           | 7  |
| 19. 城市配电网规划设计的基本要求和步骤是什么? .....       | 8  |
| 20. 对城市电网规划应从哪些方面进行评价? .....          | 9  |
| 21. 配电网改造和配电网自动化的立足点是什么? .....        | 9  |
| 22. 配电网与输电网的差别是什么? .....              | 10 |
| 23. 什么是农村电网? 其主要特点是什么? .....          | 10 |
| 24. 农村电网改造的思路是什么? .....               | 10 |
| 25. 农村电网节电的主要措施有哪些? .....             | 11 |
| 26. 提高农村电网供电电能质量的措施有哪些? .....         | 11 |
| 27. 农村电网改造应遵循的原则是什么? .....            | 12 |
| 28. 农村电网改造的模式是什么? .....               | 13 |
| 29. 农村电网建设改造的目标是什么? 有哪些具体要求? .....    | 13 |
| 30. 配电网线损率上升的原因是什么? .....             | 14 |
| 31. 降低农村配电线路线损的措施有哪些? .....           | 14 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 32. 农村电网规划的总体原则是什么? .....          | 15 |
| 33. 县级城市配电网的范围是什么? 它由哪些设备组成? ..... | 16 |
| 34. 城乡电网无功补偿的原则是什么? .....          | 16 |
| 35. 无功补偿设施的安装地点及其容量要求是什么? .....    | 16 |
| 36. 城乡电网调压方式有哪几种? .....            | 16 |
| 37. 在城乡电网中调节电压的手段有哪些? .....        | 17 |
| 38. 什么是 N—1 准则? .....              | 17 |

## 第二章 城乡配电网结构

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 39. 我国城乡电网宜采用什么样的结构模式? .....       | 18 |
| 40. 配电网架空系统的网络结构有哪些? .....         | 18 |
| 41. 配电网电缆系统的网络结构有哪些? 如何进行选择? ..... | 19 |
| 42. 配电网的接线方式有几种? 其特点是什么? .....     | 21 |
| 43. 对配电网主接线的要求是什么? .....           | 22 |
| 44. 对配电网接线方式的要求是什么? .....          | 22 |
| 45. 配电网的接线方式应满足什么条件? .....         | 22 |
| 46. 开关站的接线方式及其特点是什么? .....         | 23 |
| 47. 为什么要推广 20kV 配电电压等级? .....      | 24 |

## 第三章 新技术与新设备

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| 48. 城市电网的设备选择的原则是什么? .....                    | 26 |
| 49. 农村电网实施配电自动化在装备上要解决哪些问题? .....             | 26 |
| 50. 城市电网自动化对一次设备有哪些要求? .....                  | 26 |
| 51. 选择架空系统一次设备的要求是什么? .....                   | 26 |
| 52. 选择电缆系统一次设备的要求是什么? .....                   | 27 |
| 53. 什么是非晶合金铁心变压器? 为什么要推广这种变压器? .....          | 28 |
| 54. 在农村电网建设和改造中是否可以推广非晶合金铁心配电变压器? .....       | 30 |
| 55. 为什么要推广 D, yn11 接线组别的配电变压器? .....          | 31 |
| 56. 什么是有载调压变压器? 为什么要推广采用这种变压器? .....          | 32 |
| 57. 什么是调容量变压器? 为什么要推广这种变压器? .....             | 33 |
| 58. 干式配电变压器有哪几种? 其中哪种应用较多? 为什么? .....         | 34 |
| 59. 什么是箱式变电站? 它有哪些特点? .....                   | 35 |
| 60. 什么是自愈式电容器? 它有何特点? .....                   | 37 |
| 61. 简述自愈式电容器的结构原理是什么? .....                   | 38 |
| 62. 为什么国家标准规定自愈式电容器出厂时的允许容量偏差值为 0~+15%? ..... | 38 |
| 63. 为什么自愈式电容器在运行中电容量会下降? .....                | 39 |
| 64. 自愈式电容器的交接试验项目有哪些? .....                   | 39 |
| 65. 哪些并联电容器内部附装放电电阻? 如何测量放电电阻值? .....         | 40 |

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| 66. 什么是金属氧化物避雷器？它有哪些特点？ .....                 | 42 |
| 67. 如何选择金属氧化物避雷器？ .....                       | 44 |
| 68. 什么是带串联间隙的金属氧化物避雷器？为什么要采用这种避雷器？ .....      | 46 |
| 69. 金属氧化物避雷器的交接试验项目有哪些？ .....                 | 47 |
| 70. 自动调谐消弧线圈有几类？各有何特点和局限性？ .....              | 47 |
| 71. 智能型消弧线圈及限压成套装置有何特点？ .....                 | 49 |
| 72. 什么是地埋线？它有哪些优点？ .....                      | 50 |
| 73. 地埋电力线路的设计程序是什么？ .....                     | 50 |
| 74. 地埋电力线路导线截面的选择原则和方法是什么？ .....              | 52 |
| 75. 什么是耐热铝合金线？其主要特点是什么？ .....                 | 53 |
| 76. 什么是单心可分裂组合型防老化绝缘电线？其主要优点有哪些？ .....        | 53 |
| 77. 什么是架空绝缘配电线路？其优点有哪些？ .....                 | 54 |
| 78. 如何选择配电线路导线的截面？ .....                      | 55 |
| 79. PRWG 新型熔断器与 RW 型熔断器有何区别？ .....            | 57 |
| 80. 对配电网用开关设备的要求是什么？ .....                    | 58 |
| 81. 什么是真空开关？其特点有哪些？ .....                     | 59 |
| 82. 真空开关在应用中应注意些什么？ .....                     | 59 |
| 83. 真空断路器的交接试验项目有哪些？ .....                    | 60 |
| 84. 什么是柱上自动真空开关？其主要性能和特点是什么？ .....            | 61 |
| 85. 什么是 SF <sub>6</sub> 断路器？其特点是什么？ .....     | 62 |
| 86. SF <sub>6</sub> 断路器的交接试验项目有哪些？ .....      | 63 |
| 87. 什么是 SF <sub>6</sub> 封闭式组合电器？其特点是什么？ ..... | 64 |
| 88. SF <sub>6</sub> 封闭式组合电器的交接试验项目有哪些？ .....  | 65 |
| 89. 什么是负荷开关？它有哪些类型？其特点是什么？ .....              | 65 |
| 90. 什么是自动重合器？其工作原理及特点是什么？ .....               | 67 |
| 91. 分布式真空重合器的结构特点是什么？它有哪些优点？ .....            | 68 |
| 92. 重合器常使用在哪些场合？如何选用？ .....                   | 69 |
| 93. 什么是自动分段器？其特点是什么？ .....                    | 70 |
| 94. 选用分段器时应注意哪些问题？ .....                      | 70 |
| 95. 分段器配合应用时的附件有哪些？功能是什么？ .....               | 71 |
| 96. 配电网使用重合器和分段器有哪些优点？ .....                  | 71 |
| 97. 重合器与分段器配合的原则是什么？ .....                    | 72 |
| 98. 分段器与重合器配合的接线方案有哪些？ .....                  | 72 |
| 99. 重合器与熔断器是如何配合的？ .....                      | 75 |
| 100. 什么是自动配电开关？它由哪些部分组成？有什么特点？ .....          | 76 |
| 101. 自动配电开关是如何依靠控制器进行故障判断的？ .....             | 77 |
| 102. 简要说明自动配电开关应用的典型接线方案？ .....               | 78 |
| 103. 选用环网开关柜需注意的问题是什么？ .....                  | 79 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 104. 简要分析某城区几种实现配电网自动化的技术方案? ..... | 79 |
| 105. 配电网开关设备的自动化程度取决于什么? .....     | 81 |
| 106. 配电网自动化对计算机系统的要求是什么? .....     | 82 |
| 107. 配电网自动化对电源的要求是什么? .....        | 82 |
| 108. 在从事配电网自动化工程中应注意哪些问题? .....    | 82 |

#### 第四章 电能计量新方法

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| 109. 自动抄表系统的特点与要求是什么? 其通信系统方案有哪些? .....                     | 84  |
| 110. 自动抄表系统是如何构成的? 有哪些类型? .....                             | 85  |
| 111. KLD—C01 远程自动抄表系统由哪几部分组成? 其技术指标和功能有哪些? ...              | 87  |
| 112. 基于电力载波传输原理的计算机远程抄表系统由几部分组成? 载波传输的<br>接口电路是什么样的? .....  | 88  |
| 113. 上海浦东新区安装的 380V 电力线载波自动抄表系统由几部分构成? 其特点<br>和功能是什么? ..... | 91  |
| 114. 什么是 IC 卡? 它在电表计费中应用的目的是什么? .....                       | 92  |
| 115. 简要说明 IC 卡电能表的原理? .....                                 | 92  |
| 116. 如何检定 IC 卡电能表? .....                                    | 94  |
| 117. 电能计费 (EET) 的发展前景是什么? .....                             | 95  |
| 118. 箱式变电站在哪一侧进行用电计量? .....                                 | 96  |
| 119. 三相用电户窃电的手段有哪些? 防范的对策是什么? .....                         | 96  |
| 120. 单相用电户的窃电方式有哪些? 防止对策是什么? .....                          | 98  |
| 121. ST—9020G3 单相便携式电能表检定装置的功能和特点是什么? .....                 | 99  |
| 122. ST—9040K 三相电能表现场校验仪的功能和特点是什么? .....                    | 100 |

#### 第五章 安 全 技 术

|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| 123. 对配电网保护装置的要求是什么? .....                   | 101 |
| 124. 配电变压器的防雷措施有哪些? .....                    | 101 |
| 125. 县级及以上电力调度自动化系统的防雷措施有哪些? .....           | 113 |
| 126. 限制真空断路器操作过电压的措施有哪些? .....               | 115 |
| 127. 架空绝缘电线断线的原因是什么? 防止措施有哪些? .....          | 117 |
| 128. 架空配电线路防雷保护中的突出问题是什么? .....              | 119 |
| 129. 降低配电线路雷击跳闸率的途径是什么? .....                | 120 |
| 130. 架空配电导线断线的原因是什么? 防止措施有哪些? .....          | 122 |
| 131. 柱上断路器的防雷措施是什么? .....                    | 124 |
| 132. 低压架空电力线路遭受雷击的类型有哪些? 其特点是什么? 如何防止? ..... | 124 |
| 133. 如何对箱式变电站进行过电压保护? .....                  | 126 |
| 134. 配电变压器过负荷和短路保护电器是什么? 如何选择? .....         | 127 |
| 135. 配电变压器的继电保护有哪几种类型? 其作用是什么? .....         | 128 |

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| 136. 配电线路保护有几种？ .....                                   | 128 |
| 137. 配电线路保护设置哪些功能？ .....                                | 129 |
| 138. 城乡电网的中性点接地方式有几类？各有何特征？ .....                       | 130 |
| 139. 新颁标准对有关系统的中性点接地方式是如何规定的？ .....                     | 130 |
| 140. 在城乡电网中装设消弧线圈应注意哪些问题？ .....                         | 131 |
| 141. 我国城乡电网的中性点接地方式有哪些？ .....                           | 131 |
| 142. 配电网中性点接地方式的发展趋势是什么？ .....                          | 132 |
| 143. 低压配电系统的接地型式有几种？其适用范围如何？ .....                      | 132 |
| 144. 什么是等电位连接？它对提高电气安全水平有什么作用？ .....                    | 134 |
| 145. 等电位连接的技术措施在防雷中有哪些方面应用？ .....                       | 135 |
| 146. 如何选择中性线、保护中性线和保护线？ .....                           | 136 |
| 147. JD6 鉴相鉴幅无声运行漏电继电器的工作原理和特点是什么？ .....                | 136 |
| 148. 说明 JD6 系列鉴相鉴幅无声运行漏电继电器的安装要求、接线方法和使用<br>注意事项？ ..... | 137 |
| 149. 降低计算机房接地电阻的方法是什么？ .....                            | 139 |
| 150. 应用于通信工程中的避雷产品有哪些系列？ .....                          | 140 |

## 第六章 城乡电网自动化

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| 151. 城市电网自动化的目的是什么？ .....                 | 141 |
| 152. 城市电网自动化的主要功能有哪些？ .....               | 141 |
| 153. 城市电网自动化技术原则包括哪些内容？ .....             | 142 |
| 154. 制定城市电网自动化规划的依据有哪些？ .....             | 143 |
| 155. 配电系统自动化有何特点？ .....                   | 143 |
| 156. 配电系统自动化的规划原则是什么？ .....               | 143 |
| 157. 配电自动化的接线方式有哪些？ .....                 | 143 |
| 158. 配电自动化对通信系统的要求是什么？ .....              | 144 |
| 159. 配电系统自动化的通信层次和基本要求是什么？ .....          | 145 |
| 160. 城乡电网自动化的通道有哪些？ .....                 | 146 |
| 161. 配电系统自动化的通信方式及其特点是什么？ .....           | 146 |
| 162. 不同通信方式的干扰及抗干扰措施是什么？ .....            | 147 |
| 163. 什么是扩频通信？其特点是什么？ .....                | 149 |
| 164. 什么是规约？配电自动化中通信系统的规约有几类？其特点是什么？ ..... | 150 |
| 165. 配电网自动化对远动装置的要求是什么？ .....             | 151 |
| 166. 编制县（市）城网规划的具体要求是什么？ .....            | 151 |
| 167. 编制县（市）城网规划的技术原则是什么？ .....            | 152 |
| 168. 实施配电自动化的具体要求是什么？ .....               | 153 |
| 169. 配电自动化工程设计的原则是什么？ .....               | 154 |
| 170. 配电自动化的基本形式与设计依据是什么？ .....            | 154 |

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| 171. 什么是配电管理系统? 它有哪些功能? .....               | 154 |
| 172. 配电管理系统包括哪些具体内容? .....                  | 155 |
| 173. 对配电管理系统的要求是什么? .....                   | 155 |
| 174. 配电管理系统的设计思想是什么? .....                  | 156 |
| 175. 什么是配电管理系统的高级应用软件? 它分为几类? 有何功能? .....   | 157 |
| 176. 能量管理系统和配电管理系统在电力系统中的关系是什么? .....       | 158 |
| 177. 什么是配电系统自动化? 其主要内容是什么? .....            | 159 |
| 178. 实施配电系统自动化应采取的原则是什么? .....              | 159 |
| 179. 配电系统自动化的功能有哪些? .....                   | 160 |
| 180. 什么是调度自动化? 它由哪几部分组成? .....              | 160 |
| 181. 配电系统自动化与调度系统自动化有何区别与联系? .....          | 161 |
| 182. 配电网故障后的网络重构控制方式有哪些? 对其要求是什么? .....     | 162 |
| 183. 什么是变电站自动化系统? 它有哪些功能和模式? .....          | 162 |
| 184. 变电站自动化系统的特点是什么? 对其接口的要求是什么? .....      | 162 |
| 185. 什么是馈电线自动化系统? 它有哪些功能? .....             | 163 |
| 186. 馈电线自动化系统包括什么内容? .....                  | 163 |
| 187. 什么是地理信息系统? 其功能和基本结构是什么? .....          | 164 |
| 188. 什么是配电图资系统? 其基本功能有哪些? .....             | 165 |
| 189. 为什么说自动绘图及设备管理功能是所有应用系统的基础? .....       | 166 |
| 190. 什么是数据采集和监视控制系统? 其特点是什么? .....          | 167 |
| 191. 什么是配电工作管理? 其主要功能是什么? .....             | 169 |
| 192. 配电自动化现场测控装置有哪些? 对其要求是什么? .....         | 169 |
| 193. 什么是需求侧管理? 其主要技术措施是什么? .....            | 170 |
| 194. 什么是负荷管理系统? 负荷控制方式有哪些? .....            | 171 |
| 195. 用电管理系统由几部分组成? 它与配电管理系统接口的要求是什么? .....  | 171 |
| 196. 故障投诉电话管理的意义是什么? .....                  | 172 |
| 197. 停电管理的任务是什么? .....                      | 172 |
| 198. 无人值班变电站有哪些类型? 它应具备的基本技术条件是什么? .....    | 172 |
| 199. 对交流采样远动终端质量抽检测试的项目及技术要求是什么? .....      | 173 |
| 200. 电网调度系统技术水平要求是什么? .....                 | 175 |
| 201. SC—DCS 配电综合自动化系统的特点和功能是什么? .....       | 175 |
| 202. JA—PZ96 配电网自动监控与管理系统的功能和特点是什么? .....   | 176 |
| 203. 配电系统自动化中常用的缩写术语主要有哪些? .....            | 178 |
| 附录 1 城市中低压配电网改造技术导则 (DL/T599—1996) .....    | 181 |
| 附录 2 城市电力网规划设计导则 (能源电 [1993] 228 号) .....   | 185 |
| 附录 3 农村电网建设与改造技术原则 (国电农 [1999] 191 号) ..... | 224 |
| 附录 4 农村电网建设与改造工程验收办法 .....                  | 227 |
| 参考文献 .....                                  | 229 |

## 第一章 总 论

### 1. 什么是电力系统和电力网?

由输电设施和配电设施与各种类型的发电厂以及用电设备组成的电能生产与消费系统称为电力系统。输电设施包括输电线路、变电所、开关站等,配电设施包括配电线路、配电变电所、配电变压器等。电力系统的功能是将自然界的一次能源通过发电动力装置转化成电能,再经输电、变电和配电将电能供应到用户。具体地说,电力系统是由发电、输电、变电、配电和用户等 5 部分组成。

在电力系统中,各级电压的电力线路及其联系的变电所组成的统一体,称为电力网,简称电网。它包括输电、变电和配电 3 个部分。

### 2. 什么是配电网? 其功能是什么? 分为几类?

配电区域内的配电线及配电设施的总称叫配电系统,它由变电所、配电所、配电变压器及变电所以下各级线路、发电厂直配线路和进户线及用电设备等组成。我国习惯将配电系统也统称为配电网。

配电网的主要功能是从输电网接受电能,并逐级分配或就地消费,即将高压电能降低至方便运行又适合用户需要的各种电压,组成多层次的配电网,向各种用户供电。

配电网按电压等级分,有高压配电网、中压配电网和低压配电网;按所在的地域或服务对象分,有城市配电网和农村配电网;按配电线路型式分,有架空配电网和电缆配电网。

### 3. 什么是城市配电网、城市电力网? 它们的特点是什么?

向一个城市及其郊区分配和供应电能的电力网叫做城市配电网。城市配电网连同为其提供电源的输电线路及变电所,统称为城市电力网,简称城网。城网是电力系统的重要组成部分,又是其主要负荷中心。

城市配电网的特点是随着负荷的增长,电源的扩充以及供电质量要求的提高,配电网必须不断发展、不断改造,既不能长期不变,又不能一次建成最终规模。为此,通常是吸取本国及各国的经验,建立若干技术发展原则,作为逐步发展、依次过渡的方针和目标。

城市电力网的特点是用电量大、负荷密度高、安全可靠和供电质量要求高,其各项建设和改造项目必须与城市发展规划相互配合,同步实施,并且与环境协调。

### 4. 城市配电的特点是什么?

- (1) 负荷相对集中,负荷密度高,发展速度快。因此在规划时应留有发展余地。
- (2) 用户对供电质量要求高。
- (3) 配电网的设计标准较高,在安全与经济合理平衡下,要求供电有较高的安全性。
- (4) 配电网接线较复杂,要保证调度上的灵活性,运行上的供电连续性及经济性。

(5) 配电网的自动化较为完善,对供电管理水平的要求较高。

(6) 对配电设施的要求较高。城市配电网的线路和变电所等设施需满足占地面积小、容量大、安全可靠、维护量小以及城市景观方面的要求,特别是在城市中心区还需广泛使用地下电力电缆线路。

### 5. 为什么要对城市电网进行改造?改造的主要技术措施有哪些?

电力供需趋于缓和后,城网有电“送不进、落不下、用不上”的矛盾充分暴露出来。突出地表现如下:

(1) 城市电网电力负荷增长迅猛。随着改革开放的深入,第三产业迅速发展,家用电器大量进入家庭,导致城市用电负荷增长迅猛,一般在15%以上。这样的增长速度给城市电网带来很大压力,相当多的设备因过负荷而发生故障,许多大中城市都有难以应付之感。

(2) 城市电网用电结构改变。近些年来,由于城乡居民用电结构发生变化,对城网提出新的要求。主要是随着家用电器的日益增多,用户月用电量一般可达100 kW·h。这就加重了低压配电网的负担,导致低压配电网电压质量差,故障发生频繁。

(3) 城市电网建设滞后,产生“瓶颈效应”。十几年来,我国电网工程的投资落后于发电工程的投资。使得电网的增长明显低于发电和用电两头,成了把电能从电厂送到用户的“瓶颈”,卡脖子现象严重,电能输不出去,往往因此而引起停电事故。在城市电网中,配电网(包括中、低压)的投入更为不足,面临负荷的高速增长,当然要造成城市电网的重重困难。

(4) 城市电网技术落后、设备陈旧。目前城市电网技术一般还停留在几十年前的水平,虽然近年来也引进和开发了一些新设备和新技术,但全国城网的技术水平与国外相比差距仍很大。

在城市电网中,特别是配电网设备普遍陈旧,小截面老旧线路,老式油断路器,老式柱上断路器等仍大量在线工作。另外,现有的城市电网结构普遍比较薄弱,不仅备用切换能力差,达不到“N-1”的安全准则,供电可靠性差,事故停电频频,而且线损率高,中、低压配电网损耗上升快,居高不下。

基于上述原因,必须对城市电网进行改造。改造城网的主要技术措施如下:

(1) 进一步加强规划工作。规划时要以负荷预测为依据,以提高供电可靠性为主要目标,科学地确定规划的技术原则,进行全面规划。

(2) 简化电压等级。城市电力网供、配电电压等级应根据城市发展远景和实际情况以及简化电压等级的原则论证确定。应尽量减少变压层次,逐步提高配电电压等级,以有利于配电网的管理和经济运行。

《城市电力网规划设计导则》规定的电压等级是:送电电压为220 kV,高压配电电压为110、63、35 kV,中压配电电压为10 kV,低压配电电压为380/220 V。目前很多城市正逐步简化成220/110/10/0.38 kV、220/63/10/0.38 kV和220/35/10/0.38 kV四级降压层次,目标是以220 kV为基础,高、中、低压各只采用一级,避免重复降压。城市电力网一般不宜超过4个电压等级。非标准系列电压等级应逐步改造取消。

近年来,有些地区通过技术经济比较,认为20 kV(替代10 kV)电压配电效益更高,

如苏州供电局已开始在新开发的工业园区试点。

(3) 建设外围环网, 高压深入市区供电。城市外围的环网是供应城市电网的主要电源, 是重要的骨干网架, 对其可靠性要求很高, 通过环网上的枢纽变电所向城市中心直接放射供电或经降压配电。我国的一些大城市正先后按负荷的发展建设 220 kV 外环网, 有的城市负荷增长较快, 在考虑筹建 500 kV 外环网。有的小城市则先形成 110 kV 环网, 然后按发展的需要再建 220 kV 环网。

高电压深入城市负荷中心是城市用电大幅度增长后的必然趋势, 我国近年来大城市和小城市都开始建设市中心 220 kV 和 110 kV 变电所。

(4) 简化网络结构和采用新型配电设施。关于这部分内容参阅第 7 题。

#### 6. 城市电网改造的指导思想是什么?

城市电网改造的指导思想是: 以市场需求为导向, 以提高供电可靠性、降损节能为主要目标, 加快城市电网技术改造与技术进步步伐, 提高供电质量, 最大限度地适应国民经济发展和社会用电需求。要把城市配电网改造与提高科学管理水平作为城网技术改造的重点, 使 2000 年城市配电网装备水平明显提高, 城网运行重要性能指标向国际水平靠拢, 为 2010 年达到或接近世界先进水平打好基础。为此在这次改造中要完成 280 个城市的电网建设和改造任务。要建设和改造好深入城市负荷中心的 220 kV 变电网络、110kV 及以下配电网络和居民户内的配电系统。第一批城市电网建设项目一共涉及北京等 20 个城市, 具体工程是: 新建 220 kV 变电站 99 座, 新建、改建 110 kV 变电站 488 座, 新建、改建 35 kV 变电站 3838 座, 新增、更换 10kV 变压器 20650 台, 分别新建、改建 220、110、35、10、0.38 kV 线路 1655.8、5031、243、11632、22118 km。

#### 7. 当前城市电网建设改造的特点是什么?

根据国家电力公司制定颁发的《关于加快城市电网建设改造的若干意见》, 城网建设改造的特点是:

(1) 工程规模和投入资金量大。这次投入资金是 1200 亿元, 比 90 年代前 7 年实现总量的 1.5 倍还要多。项目都经国家审批。

(2) 重点是 110 kV 及以下配电网的建设和改造, 从根本上消除供配电“卡脖子”环节, 提高居民住宅供电设施标准, 充分满足居民用电快速增长的需求。

(3) 提高城网科技进步含量, 向现代化城市供电迈进。要求采用设备“小型化”、“无油化”、“绝缘化”、“少维护”、“少占地”(减少建筑面积), 因地制宜推进城市中心区电缆入地, 使用封闭组合型断路器 GIS, 试点实践配电网自动化和用电管理现代化。

(4) 重视落实节能方针。扩大使用节能降耗效果明显的变压器、线路器具, 更换淘汰还在运行的“64”、“73”型高耗变压器, 配电网主干线更换大导线, 采用足量、优化无功补偿装置, 增强调节性能。

(5) 城网工程管理实行“五制”。在城网建设改造工程管理中要坚决贯彻“五制”, 即,

1) 项目法人责任制。各省(网)电力公司为所辖城网建设改造工程的项目法人, 要履行城网项目法人责任。

2) 项目投资资本金制。城网建设改造工程的资本金统一由项目法人筹集安排。按照国家规定,项目自筹资金(资本金)一般不少于项目动态总投资的20%。

3) 招投标制。城网建设改造项目实行工程设计、施工、设备采购招投标制。省(网)电力公司应建立、健全招投标组织实施机构,控制工程造价,提高工程效益。

4) 工程监理制。应严格加强工程监理,保证工程质量。35 kV 及以上建设工程应实行工程监理。工程监理单位通过议标或邀请招标确定。

5) 工程项目管理合同制。应加强合同管理,签订工程实施的各项合同,严格合同考核,以合同的形式确定相互的关系,依法管理项目。

贯彻“五制”以保证城网工程可控、受控,保证工程进度、安全和质量,确保控制工程造价。

(6) 采用国产设备。根据国家经贸委颁发的“关于基础设施建设改造要积极采用国产设备”的精神,国家电力公司明确城网装备,除特殊情况外,均采用国产设备。坚持城网装备国产化方向是一个重要原则问题,是扩大内需、推动国民经济增长的需要,也是促进民族工业健康发展的需要。应当指出,在具体选用时,要采用性能先进、可靠、适用、国内制造、有合格生产证、运行业绩良好的设备。凡是有质量问题的产品,将丧失参与招投标的资格。

为便于选购国产设备,国家经贸委与有关方面协商研究审定《全国城乡电网建设与改造所需主要设备产品及生产企业推荐目录》(以下可简称《推荐目录》),并分批不定期通过文件和媒体向全国发布。城乡电网建设与改造工程所需主要设备产品,应在《推荐目录》中择优选用,并建立档案。若《推荐目录》中的企业出现严重产品质量问题,一经查实,将随时从《推荐目录》中除名。

## 8. 城市电网建设改造的基本要求是什么?

(1) 坚持“服务于城市,服务于人民,服务于发展”的方针,不断提高城市电力网稳定供电的能力。

(2) 坚持以市场为导向,不断满足城市用电量增长的需求。

(3) 坚持科学技术进步方向,不断提高城市电力网现代化管理水平。

(4) 坚持以效益为中心,努力控制工程造价,充分发挥投资效益。

## 9. 城市电网建设改造的重点是什么?

城市电力网建设改造的重点是城市中心220 kV 终端变电站、110 kV 及以下配电网,并同步改造居民住宅配电设施。新建住宅户内配线供电能力应能满足40~50年内居民用电增长的需要。一般城市住宅户内配线截面按建筑面积每平方米不低于40 W 负荷密度选择;直辖市、省会及经济发达城市按建筑面积每平方米60~80W 负荷密度选择。现有居民住宅户内配线原则上也应按上述标准进行改造。通过改造,实现一户一表。

## 10. 城市电网建设改造的主要技术原则是什么?

(1) 网络结构改进(含高、中压变电及中、低压配电网,对容载比和城网接线提出要求);

(2) 提高供电可靠性;

- (3) 节能降耗;
- (4) 无功补偿与电压调节;
- (5) 控制短路容量;
- (6) 调度通信及自动化;
- (7) 计量系统及居民楼用电系统改造 (一户一表)。

#### 11. 进行城市电网建设改造规划的依据是什么?

(1) 城市电网建设改造规划应按照《城市电力网规划设计导则》等规定定期编制、修订,应符合城市发展总体规划和省、大区电网规划要求,具有较强的可操作性、适应性和指导性。

(2) 城市电网建设改造规划应根据城市发展规划、市政建设实际情况,以及城市经济发展需求变化及时进行修编,实行动态管理。电力需求总量和分区的负荷预测应按多种预测方法进行测算,尽可能做到准确可靠。

#### 12. 城市电网建设改造项目可行性研究应包括哪些内容?

它应包括的内容为:项目的提出,建设改造的必要性,发展思路、建设改造目标及主要技术原则,建设改造规模与进度安排,投资估算与资金来源,经济评价与电价测算,项目管理等。

在进行研究时,要在基础资料完备、数据可靠的前提下,进行多目标约束下的优化比较和敏感性分析,使网络结构、站址布点、线缆走径、变电容载比、互带能力、无功配置等达到优化程度。效益评估力求量化,社会和环境效益分析可定性定量相结合。

#### 13. 城市电网建设改造的规模是什么?

根据电力发展“九五”计划和30个大城市规划情况,预期九五城网改造和建设规模是:

(1) 全国城网建设、改造总投入约1200亿元。

(2) 使全国城网35~110kV高压配电变电容量和10kV中压配电变压器容量各新增36%以上,应比全国装机新增容量比例高1~2个百分点。需更换高能耗、弱绝缘变压器约2000万kVA。容载比达到《城市电力网规划设计导则》的要求,即35~110kV电网为1.8~2.1。

(3) 35~110kV高压配电线和10kV中压配电线各新增长约16%以上,其中10kV中压电缆将有更多增长,主干线建设应满足规划规定的能力。

(4) 全国增加电容无功补偿容量约5000万kvar(含用户),补偿度达到0.52,并增强无功电压调节能力。

(5) 2000年左右,各直辖市、省会等大城市应实现电压简化工作,基本完成主要城网改造任务。

#### 14. 城市电网建设改造的目标是什么?

(1) 提高城市电网整体供电能力,根除供电“卡脖子”现象,确保电力送得进、供得

出、用得上。

(2) 提高城市电网安全运行水平, 增强抗御自然灾害和事故的能力。城市供电可靠率达到 99.9%; 大中城市中心区供电可靠率达到 99.99%。

(3) 提高电能质量, 降低线损。城市电网电压合格率达到 98%, 线损率降低到 7.8% 以下。

(4) 注意环境保护, 市区变电、配电设施的建设应与环境相协调, 电磁环境应符合标准。

1998~2000 年建设改造主要目标 (技术经济指标), 2000 年为用电量 (供电量)、线损率、供电可靠率、电压合格率、满足环保要求等。

### 15. 城市电网的运行性能指标是什么?

城市电网的运行性能指标是:

(1) 提高城市电网的供电可靠率。“九五”末, 全国城网平均供电可靠率 RS3 应当达到 99.8%。省会城市和部分重点城市的供电可靠率达到 99.9% 及以上, 部分大城市争取达到 99.99%。

(2) 提高电能质量。电网频率合格率达到 99.9% 以上, 容量大于 2000 万 kW 的电网, 频率内部标准提高到  $50 \pm 0.1$  Hz, 合格率达到 99.9% 以上。要保障主网 220 kV 及以上母线电压合格率达到 99% 以上。全国主要城网平均供电电压合格率达到 95% 以上, 有些城网应达到 98%。大力监测并控制电网谐波含量及用户谐波源对电网的影响, 防止用户谐波源造成对电力设备的损毁或造成继电保护装置误动, 影响电网稳定运行。

(3) 降低线损率。使全国电网线损率达到 7.8% 以下。

(4) 提高电网继电保护正确动作率。全国 220 kV 及以上电网继电保护正确动作率达到 96.5% 以上。不发生直辖市、省会城市等大面积停电事故, 不发生由于城网结构、运行方式及保护不正确等原因引起或扩大的主网稳定破坏大面积停电事故。

(5) 提高设备健康水平。设备健康水平的 1 类率应达到 80% 以上, 1~2 类率共达到 90% 以上。

(6) 提高城网配电自动化水平。它包括提高调度自动化、配电自动化及用户用电管理自动化水平。城市电力网地调自动化、实用化水平, 要实现验收率达到 90% 以上。

城市变电站实施改造, 包括新建、扩建变电站, 采取简易性改造或采用综合自动化功能装置实现无人值班, 应能达到 70% 以上。要明显减少检修或事故停电次数和时间, 发生电网事故停电事件时应能在 1 h 内基本恢复供电。

在调度自动化系统实用化运行基础上, 用户负荷监控率达到 70%。推动微机电脑收费管理和企业综合信息管理。

(7) 注重城市环境保护, 变电、配电设施的建设要与环境相协调, 电磁环境要符合标准。为符合现代化城市景观的要求, 国家电力公司要求在建设和改造城网特别是城市中心区电网时, 逐步将架空线路改为入地电缆。到 2000 年, 大中城市电缆要占到总线路的 30%。随着全封闭组合电器 (GIS) 等先进设备的应用, 电磁污染、噪音污染和漏油污染问题将得到根治。

### 16. 供电电能质量的主要指标有哪些？

供电电能质量的指标主要有：

(1) 供电电压。衡量供电电压质量的指标有：①电压偏差。低电压 220/380 V，用于照明用户时，允许偏差为 $+5\% \sim -10\%$ ，用于其他用电设备时为 $\pm 5\%$ ；高电压 10 kV 及以下，允许偏差为 $\pm 7\%$ ，35 kV 及 110 kV 允许的正、负偏差绝对值之和不超过 10%。②电压波动。供用电规则规定：动力用户受端的允许电压波动幅度为 $\pm 7\%$ 。当照明与动力混合使用时，低压配电网受端的允许电压波动幅度为 $+5\% \sim -7\%$ ；单独使用时为 $+5\% \sim -10\%$ 。③电压谐波畸变率。我国对供电的谐波电压和电流允许值作了规定。以 10 kV 的电网为例，总的电压谐波畸变率应小于 4%，奇次谐波应小于 3.2%，偶次谐波应小于 1.6%；而各次谐波总的电流允许值如表 1-1 所示。

表 1-1 各次谐波总的电流允许值

| 谐 波 次 数   | 2  | 3  | 4  | 5  | 6   | 7  |
|-----------|----|----|----|----|-----|----|
| 电流允许值 (A) | 26 | 20 | 13 | 20 | 8.5 | 15 |

注 短路容量以 100 MVA 为基准。

(2) 供电频率。我国规定：电网装机容量在 300 万 kW 及以上时，频率标准偏差为 $\pm 0.2\text{Hz}$ ；300 万 kW 以下时为 $\pm 0.5\text{Hz}$ ；非正常情况下不应超过 $\pm 1.0\text{Hz}$ 。

(3) 供电可靠性。减少设备检修和事故停电及持续停电时间，对 35 kV 及以上供电的用户计划检修停电每年不超过 1 次；对 10 kV 供电的用户计划检修每年不超过 3 次。

### 17. 搞好城市电网规划的意义是什么？

(1) 可以用来指导城网建设，通过城网的加强和改造，使城网结构合理、安全可靠、经济灵活，从而减少停电损失，降低线损，提高供电质量，并为发电领域引入竞争机制提供基础条件。

(2) 国家电网是电力市场形成运作的基础，是基本的生产要素之一，是实现电力这一特殊商品进行买卖交易的流通环节和纽带，也是城网的功能。

(3) 电网的发展反过来会影响电源布局，引导电源建设，促进资源的优化配置。

### 18. 城市电网规划的主要技术原则有哪些？

(1) 城市电网电压等级（苏州工业园选用 20 kV 电压配电）。

(2) 供电配电系统的可靠性（N-1 准则）。

(3) 降低变压器负荷率取值（变电站）。

(4) 变电所最佳容量及变压器台数。

(5) 城网一次接线方式。

(6) 城网短路容量：由于城网的发展，各级电压的短路容量不断增加，不少城网已出现短路容量超过断路器开断能力的现象，这是很危险的。根据目前我国设备制造水平，认为各级电压电网的最大短路电流不应超过表 1-2 所示的数值。

表 1-2 短 路 电 流 限 值

| 电压 (kV)    | 220   | 110  | 66   | 35   | 10      |
|------------|-------|------|------|------|---------|
| 短路电流 (kA)  | 50    | 25   | 25   | 24.7 | 16~20.2 |
| 短路容量 (MVA) | 19000 | 4800 | 2800 | 1500 | 250~350 |