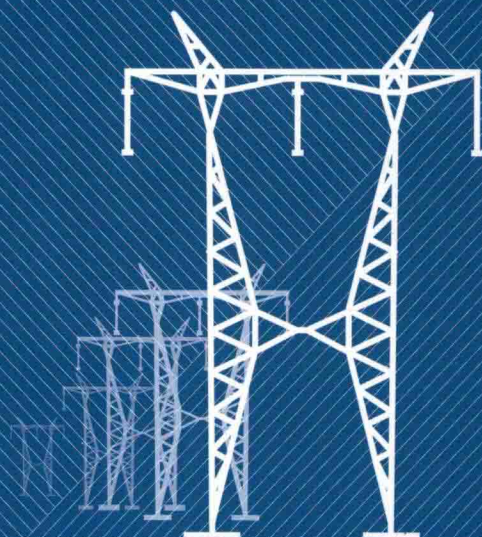




“十三五”应用型人才培养规划教材

# 供配电技术

◎ 李润生 孙振龙 张祥军 编著



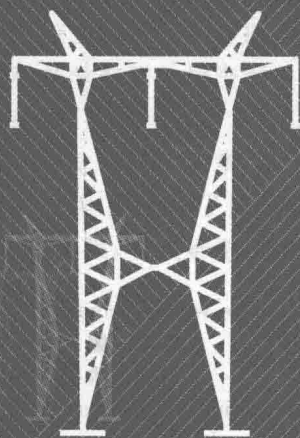
清华大学出版社



“十三五”应用型人才培养规划教材

# 供配电技术

◎ 李润生 孙振龙 张祥军 编著



清华大学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书系统论述了企业供配电技术的整体功能和相关技术知识,重点介绍了供配电系统的组成和结构、相关计算与系统的设计以及系统的运行和管理。本书注重理论联系实际,理论力求全面、系统和通俗易懂,并重点介绍与反映现代供配电技术的新设备和新技术。全书共13章,分别介绍了电力系统概论;电力负荷及其计算;短路电流及其计算;企业变配电所及一次系统;电气设备的选择;企业电力线路;供配电系统的继电保护;供电系统的二次回路和自动装置;电气安全、防雷与接地;电气照明;节约用电;供配电课程设计;实验与实训。每章节前有知识点提示,每章后有小结和习题,对提高学生实践能力和知识掌握能力起到积极作用。

本书可作为应用型本科电气工程及其自动化、电气工程等相关专业的教材,也可供高职高专电力系统自动化技术、电气自动化技术等相关专业的学生使用。另外,还可供从事供配电运行、管理和工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

供配电技术/李润生,孙振龙,张祥军编著. —北京:清华大学出版社,2017

(“十三五”应用型人才培养规划教材)

ISBN 978-7-302-46315-3

I. ①供… II. ①李… ②孙… ③张… III. ①供电系统—高等学校—教材 ②配电系统—高等学校—教材 IV. ①TM72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 021358 号

责任编辑:王剑乔

封面设计:刘 键

责任校对:袁 芳

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62770175-4278

印装者:北京泽宇印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:20

字 数:460千字

版 次:2017年4月第1版

印 次:2017年4月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:42.00元

产品编号:073072-01

# 前言

## FOREWORD

本书从应用型本科学生的实际需求出发,在保证知识体系完整的前提下,简化理论性较强的内容,详细介绍供配电技术的基本概念、基本理论和基本方法。

本书强调理论知识的实际应用,突出基本概念的理解和掌握,简化公式推导过程,前后知识衔接紧密,表述深入浅出,通俗易懂,易于教学和自学。在实践性较强的章节中,尽量穿插图片和视图,帮助学生理解和掌握相关知识。此外,本书简化课程内容,增加了新设备、新技术的内容,精简例题和习题,每章后有“本章小结”,使教材易学、易懂,便于自学。

本书最后几章安排了课程设计和实验与实训内容。课程设计帮助学生从整体上认识和掌握供配电涉及的几大问题,使其基本了解企业供配电这门课程在企业和电气工程相关专业中的位置,从而更有针对性地进行学习。书中的实验与实训内容只列出提纲,各学校可根据提纲和本校实际情况编写适合的实验指导书或任务书。

本书由辽宁科技学院副教授李润生、工程师孙振龙和成都工业学院教授张祥军编写。李润生负责全书统稿,并编写第1章、第2章、第3章、第5章、第10章和附录;孙振龙编写第4章、第6章、第9章、第11章、第12章和第13章;张祥军编写第7章和第8章。

本书在编写的过程中,参考了许多文献和资料,在此向相关的作者表示诚挚的感谢!同时,由于编者水平有限,书中难免存在不妥和疏漏之处,恳请广大读者批评和指正。

编 者

2017年1月

# 目录

## CONTENTS

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 第 1 章 电力系统概论          | 1  |
| 1.1 电力系统的基本概念         | 1  |
| 1.1.1 发电厂简介           | 1  |
| 1.1.2 电力系统简介          | 2  |
| 1.1.3 供配电系统概况         | 3  |
| 1.1.4 对电力系统的基本要求      | 4  |
| 1.2 电力系统的电压           | 4  |
| 1.3 电力系统的中性点运行方式      | 6  |
| 1.3.1 中性点不接地的电力系统     | 6  |
| 1.3.2 中性点经消弧线圈接地的电力系统 | 8  |
| 1.3.3 中性点直接接地的电力系统    | 9  |
| 本章小结                  | 9  |
| 习题                    | 10 |
| 第 2 章 电力负荷及其计算        | 11 |
| 2.1 电力负荷与负荷曲线         | 11 |
| 2.1.1 电力负荷            | 11 |
| 2.1.2 负荷曲线            | 12 |
| 2.2 用电设备的设备容量         | 15 |
| 2.3 计算负荷及其确定方法        | 16 |
| 2.3.1 按需要系数法确定计算负荷    | 16 |
| 2.3.2 按利用系数法确定计算负荷    | 19 |
| 2.3.3 单相用电设备计算负荷的确定   | 21 |
| 2.4 电网的功率损耗           | 21 |
| 2.4.1 线路的功率损耗         | 21 |
| 2.4.2 变压器的功率损耗        | 22 |

|            |                      |           |
|------------|----------------------|-----------|
| 2.5        | 工厂的计算负荷              | 23        |
| 2.6        | 功率因数和无功功率补偿          | 24        |
| 2.6.1      | 功率因数的计算              | 24        |
| 2.6.2      | 功率因数的人工补偿            | 24        |
| 2.7        | 尖峰电流计算               | 26        |
|            | 本章小结                 | 27        |
|            | 习题                   | 28        |
| <b>第3章</b> | <b>短路电流及其计算</b>      | <b>30</b> |
| 3.1        | 短路的基本知识              | 30        |
| 3.1.1      | 短路的原因                | 30        |
| 3.1.2      | 短路的危害                | 30        |
| 3.1.3      | 短路的形式                | 31        |
| 3.2        | 无限大容量电力系统的三相短路       | 32        |
| 3.2.1      | 无限大容量电力系统的概念         | 32        |
| 3.2.2      | 无限大容量供电系统三相短路电流的变化过程 | 32        |
| 3.2.3      | 有关短路的物理量             | 33        |
| 3.3        | 短路电流的计算              | 35        |
| 3.3.1      | 概述                   | 35        |
| 3.3.2      | 采用有名值进行短路计算          | 35        |
| 3.3.3      | 采用标幺值法进行短路计算         | 39        |
| 3.3.4      | 两相和单相短路电流的计算         | 41        |
| 3.4        | 短路电流的效应和稳定度校验        | 43        |
| 3.4.1      | 概述                   | 43        |
| 3.4.2      | 短路电流的电动效应和动稳定度       | 43        |
| 3.4.3      | 短路电流的热效应和热稳定度        | 46        |
|            | 本章小结                 | 48        |
|            | 习题                   | 48        |
| <b>第4章</b> | <b>企业变配电所及一次系统</b>   | <b>50</b> |
| 4.1        | 概述                   | 50        |
| 4.2        | 电气设备中的电弧问题           | 51        |
| 4.3        | 电力变压器                | 54        |
| 4.3.1      | 变压器的分类与型号            | 54        |
| 4.3.2      | 变压器的构成及主要技术参数        | 56        |
| 4.3.3      | 变压器运行中的检查与维护         | 59        |
| 4.4        | 企业常用的高、低压电气设备        | 61        |
| 4.4.1      | 高压熔断器                | 61        |

|              |                              |           |
|--------------|------------------------------|-----------|
| 4.4.2        | 高压隔离开关 .....                 | 62        |
| 4.4.3        | 高压负荷开关 .....                 | 63        |
| 4.4.4        | 高压断路器 .....                  | 64        |
| 4.4.5        | 互感器 .....                    | 67        |
| 4.4.6        | 低压电气设备 .....                 | 71        |
| 4.5          | 新设备简介 .....                  | 75        |
| 4.5.1        | 新型熔断器 .....                  | 75        |
| 4.5.2        | 新型断路器 .....                  | 75        |
| 4.5.3        | 智能型断路器 .....                 | 76        |
| 4.5.4        | 成套配电装置 .....                 | 76        |
| 4.6          | 变配电所的作用与类型 .....             | 77        |
| 4.6.1        | 变配电所的作用 .....                | 77        |
| 4.6.2        | 变配电所的类型 .....                | 77        |
| 4.7          | 企业变配电所的主接线 .....             | 78        |
| 4.7.1        | 企业常见主接线 .....                | 78        |
| 4.7.2        | 主接线实例 .....                  | 81        |
| 4.8          | 企业变电所的位置、布局 and 结构 .....     | 83        |
| 4.8.1        | 变配电所所址选择的一般原则 .....          | 83        |
| 4.8.2        | 各级变配电所布置设计要求 .....           | 85        |
| 4.8.3        | 各级变配电所配电装置安全净距的确定及校验方法 ..... | 86        |
| 4.9          | 电气设备的运行与维护 .....             | 90        |
| 4.9.1        | 断路器的正常巡视、检查 .....            | 91        |
| 4.9.2        | 隔离开关在运行中的监视及检查 .....         | 92        |
| 4.9.3        | 熔断器的巡视检查 .....               | 93        |
|              | 本章小结 .....                   | 93        |
|              | 习题 .....                     | 93        |
| <b>第 5 章</b> | <b>电气设备的选择 .....</b>         | <b>95</b> |
| 5.1          | 常用电气设备选择和校验的条件 .....         | 95        |
| 5.1.1        | 电气设备选择的一般原则 .....            | 95        |
| 5.1.2        | 技术条件 .....                   | 95        |
| 5.1.3        | 环境条件 .....                   | 97        |
| 5.1.4        | 环境保护 .....                   | 97        |
| 5.2          | 电力变压器的选择 .....               | 98        |
| 5.2.1        | 变压器选择条件 .....                | 98        |
| 5.2.2        | 10kV 及以下变电所变压器的选择 .....      | 98        |
| 5.2.3        | 35~110kV 变电所主变压器的选择 .....    | 99        |
| 5.2.4        | 变压器阻抗和电压调整方式的选择 .....        | 100       |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 5.3 互感器的选择和校验 .....            | 101        |
| 5.3.1 电流互感器选择 .....            | 101        |
| 5.3.2 电压互感器选择 .....            | 102        |
| 5.4 高压开关设备的选择和校验 .....         | 103        |
| 5.4.1 高压断路器 .....              | 103        |
| 5.4.2 高压隔离开关 .....             | 105        |
| 5.4.3 高压负荷开关 .....             | 106        |
| 5.4.4 高压熔断器 .....              | 106        |
| 5.4.5 高压负荷开关—熔断器组合电器 .....     | 107        |
| 5.4.6 中性点设备选择 .....            | 108        |
| 5.4.7 高压电瓷选择 .....             | 113        |
| 5.5 低压开关设备的选择和校验 .....         | 115        |
| 5.5.1 低压配电电器选择要求 .....         | 115        |
| 5.5.2 开关电器和隔离电器的选择 .....       | 116        |
| 5.6 低压保护电器的选择和校验 .....         | 117        |
| 5.6.1 短路保护和保护电器选择 .....        | 117        |
| 5.6.2 过载保护和保护电器选择 .....        | 119        |
| 5.6.3 按接地故障保护要求选择保护电器 .....    | 120        |
| 5.6.4 按设备起动时不误动作要求选择保护电器 ..... | 121        |
| 5.7 限流电抗器的选择和校验 .....          | 123        |
| 本章小结 .....                     | 125        |
| 习题 .....                       | 125        |
| <b>第6章 企业电力线路</b> .....        | <b>126</b> |
| 6.1 电力线路的接线方式 .....            | 126        |
| 6.1.1 高压配电线路的接线方式 .....        | 126        |
| 6.1.2 低压配电线路的接线方式 .....        | 127        |
| 6.2 电力线路的结构和技术要求 .....         | 127        |
| 6.3 导线和电缆截面的选择 .....           | 135        |
| 6.3.1 导线和电缆形式的选择 .....         | 135        |
| 6.3.2 导线和电缆截面选择的条件 .....       | 136        |
| 6.3.3 按发热条件选择导线和电缆的截面 .....    | 136        |
| 6.3.4 按经济电流密度选择导线和电缆的截面 .....  | 138        |
| 6.3.5 线路电压损耗的计算 .....          | 139        |
| 6.4 电力线路的运行与维护 .....           | 143        |
| 6.4.1 架空线路的运行维护 .....          | 143        |
| 6.4.2 电缆线路的运行维护 .....          | 143        |
| 6.4.3 车间配电线路的运行维护 .....        | 144        |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 6.4.4 线路运行中突然停电的处理        | 144        |
| 本章小结                      | 145        |
| 习题                        | 145        |
| <b>第7章 供配电系统的继电保护</b>     | <b>147</b> |
| 7.1 继电保护基本知识              | 147        |
| 7.1.1 保护装置的作用             | 147        |
| 7.1.2 对保护装置的要求            | 148        |
| 7.2 常用的保护继电器              | 148        |
| 7.2.1 电磁式电流继电器            | 148        |
| 7.2.2 电磁式时间继电器            | 149        |
| 7.2.3 电磁式中间继电器            | 150        |
| 7.2.4 电磁式信号继电器            | 151        |
| 7.2.5 感应式电流继电器            | 151        |
| 7.3 高压电力线路继电保护            | 154        |
| 7.3.1 过电流保护               | 154        |
| 7.3.2 电流速断保护              | 158        |
| 7.4 变压器继电保护               | 160        |
| 7.4.1 变压器故障类型             | 160        |
| 7.4.2 变压器保护配置             | 161        |
| 7.4.3 瓦斯保护                | 161        |
| 7.4.4 差动保护                | 163        |
| 7.4.5 过电流保护、电流速断保护和过负荷保护  | 164        |
| 7.5 低压配电系统保护              | 165        |
| 7.5.1 熔断器保护               | 165        |
| 7.5.2 自动开关保护              | 166        |
| 本章小结                      | 167        |
| 习题                        | 167        |
| <b>第8章 供电系统的二次回路和自动装置</b> | <b>170</b> |
| 8.1 概述                    | 170        |
| 8.1.1 二次回路及其分类            | 170        |
| 8.1.2 操作电源及其分类            | 170        |
| 8.1.3 高压断路器的控制和信号回路       | 171        |
| 8.1.4 供电系统的自动装置           | 171        |
| 8.2 操作电源                  | 172        |
| 8.2.1 由蓄电池组供电的直流操作电源      | 172        |
| 8.2.2 由整流装置供电的直流操作电源      | 173        |

|             |                   |            |
|-------------|-------------------|------------|
| 8.2.3       | 交流操作电源            | 174        |
| 8.3         | 高压断路器的控制和信号回路     | 174        |
| 8.3.1       | 手动操作的断路器控制和信号回路   | 174        |
| 8.3.2       | 电磁操作的断路器控制和信号回路   | 176        |
| 8.3.3       | 弹簧操作机构的断路器控制和信号回路 | 177        |
| 8.4         | 自动装置简介            | 178        |
| 8.4.1       | 电力线路的自动重合闸装置(ARD) | 178        |
| 8.4.2       | 备用电源自动投入装置(APD)   | 181        |
| 8.5         | 变电站综合自动化系统        | 183        |
| 8.5.1       | 变电站综合自动化系统概述      | 183        |
| 8.5.2       | 变电站综合自动化系统的基本功能   | 183        |
| 8.5.3       | 变电站综合自动化系统的结构     | 184        |
| 8.5.4       | 变电站综合自动化系统实例      | 186        |
|             | 本章小结              | 189        |
|             | 习题                | 190        |
| <b>第9章</b>  | <b>电气安全、防雷与接地</b> | <b>191</b> |
| 9.1         | 电气安全              | 191        |
| 9.1.1       | 电气安全的有关概念         | 191        |
| 9.1.2       | 触电的急救处理           | 193        |
| 9.1.3       | 安全用电的一般措施         | 194        |
| 9.2         | 过电压与防雷            | 195        |
| 9.2.1       | 过电压的形式            | 195        |
| 9.2.2       | 雷电的基本知识           | 195        |
| 9.2.3       | 防雷设备              | 198        |
| 9.2.4       | 防雷措施              | 203        |
| 9.3         | 电气装置的接地           | 206        |
| 9.3.1       | 接地的有关概念           | 206        |
| 9.3.2       | 电气设备的接地           | 206        |
| 9.3.3       | 接地电阻和接地装置的装设      | 211        |
| 9.3.4       | 低压配电系统的漏电保护和等电位连接 | 213        |
|             | 本章小结              | 215        |
|             | 习题                | 216        |
| <b>第10章</b> | <b>电气照明</b>       | <b>217</b> |
| 10.1        | 电气照明概述            | 217        |
| 10.1.1      | 照明技术的有关概念         | 217        |
| 10.1.2      | 照明方式和照明种类         | 219        |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 10.2 常用电光源和灯具 .....           | 220        |
| 10.2.1 电光源的分类 .....           | 220        |
| 10.2.2 常用电光源、适用场所及技术特性 .....  | 220        |
| 10.2.3 工厂常用电光源类型的选择 .....     | 224        |
| 10.2.4 工厂常用灯具的类型及其选择与布置 ..... | 226        |
| 10.3 照度标准与计算 .....            | 231        |
| 10.3.1 照度标准 .....             | 231        |
| 10.3.2 照度计算 .....             | 231        |
| 10.4 照明供电系统 .....             | 234        |
| 10.4.1 照明线路的一般要求 .....        | 234        |
| 10.4.2 常用照明供电系统 .....         | 234        |
| 10.4.3 照明供电系统组成及接线方式 .....    | 236        |
| 本章小结 .....                    | 237        |
| 习题 .....                      | 237        |
| <b>第 11 章 节约用电</b> .....      | <b>239</b> |
| 11.1 节约用电的意义和措施 .....         | 239        |
| 11.1.1 节约用电的意义 .....          | 239        |
| 11.1.2 节约用电的措施 .....          | 239        |
| 11.2 电动机与变压器的节能 .....         | 240        |
| 11.2.1 电动机的节能 .....           | 240        |
| 11.2.2 变压器的节能 .....           | 241        |
| 11.3 照明工程节能标准与措施 .....        | 243        |
| 11.3.1 照明节能的原则措施 .....        | 243        |
| 11.3.2 应用高效光源的节能效益和经济效应 ..... | 243        |
| 11.3.3 照明节能的技术措施 .....        | 244        |
| 本章小结 .....                    | 246        |
| 习题 .....                      | 246        |
| <b>第 12 章 供配电课程设计</b> .....   | <b>247</b> |
| 12.1 设计任务书 .....              | 247        |
| 12.2 设计说明书 .....              | 249        |
| 12.3 设计图样 .....               | 266        |
| <b>第 13 章 实验与实训</b> .....     | <b>271</b> |
| 13.1 供配电系统常用继电器特性实验 .....     | 271        |
| 13.2 供电线路的定时限过电流保护实验 .....    | 272        |
| 13.3 供电线路的反时限过电流保护实验 .....    | 273        |

|            |                        |     |
|------------|------------------------|-----|
| 13.4       | 电力变压器定时限过电流保护实验 .....  | 273 |
| 13.5       | 断路器控制及二次回路实验 .....     | 274 |
| 13.6       | 6~35kV 系统的绝缘监视实验 ..... | 274 |
| 13.7       | 供配电系统一次重合闸实验 .....     | 275 |
| 13.8       | 备用电源自动投入实验 .....       | 275 |
| 13.9       | 供配电系统的倒闸操作实训 .....     | 276 |
| 13.10      | 电气主接线图认知实训 .....       | 276 |
| 附录 .....   |                        | 278 |
| 参考文献 ..... |                        | 308 |

# 电力系统概论

## 知识点

1. 电力系统的基本概念及基本要求。
2. 电力系统的电压。
3. 电力系统的中性点运行方式。

## 1.1 电力系统的基本概念

电能是当今人们生产和生活的重要能源,很容易由其他形式的能源转换而来。电能的输送和分配既简单、经济,又便于控制、调节和测量,有利于实现生产过程自动化。因此,电能工业、农业、国防、军事、科技、交通以及人们生活等领域被广泛应用。

电能的生产、输送、分配和使用的全过程,是在同一瞬间实现的。为了保证企业供电的安全与可靠,首先要了解发电厂和电力系统的一些基本概念。

### 1.1.1 发电厂简介

发电厂是将自然界蕴藏的各种一次能源转换为电能(二次能源)的工厂,常见的有水力发电厂、火力发电厂、核能发电厂、风力发电厂、地热发电厂和太阳能发电厂等。其中,兼供热能的火电厂通常称为热电厂。表 1-1 列出了几种常见的发电厂类型及其主要特征。

表 1-1 几种常见的发电厂类型及其主要特征

| 类 型   | 能 量 来 源             | 工 作 原 理                                  | 能 量 转 换 过 程 | 优 点                   | 缺 点           |
|-------|---------------------|------------------------------------------|-------------|-----------------------|---------------|
| 水力发电厂 | 水流的上下水位差(落差),即水流的位能 | 当控制水流的闸门打开时,水流沿进水管进入水轮机蜗壳室,冲动水轮机,带动发电机发电 | 水流位能→机械能→电能 | 清洁、环保,发电效率高,成本低,综合价值高 | 建设初期投资大,建设周期长 |

续表

| 类 型    | 能 量 来 源      | 工 作 原 理                                | 能量转换过程           | 优 点                  | 缺 点                          |
|--------|--------------|----------------------------------------|------------------|----------------------|------------------------------|
| 火力发电厂  | 燃料燃烧产生的化学能   | 将锅炉内的水烧成高温、高压的蒸汽,推动汽轮机转动,使与它连轴的发电机旋转发电 | 燃料的化学能→热能→机械能→电能 | 建设周期短,工程造价低,投资回收快    | 发电成本高,污染环境                   |
| 核能发电厂  | 原子核的裂变能      | 与火电厂基本相同,只是以核反应堆代替燃煤锅炉,以少量的核燃料代替大量的煤炭  | 核裂变能→热能→机械能→电能   | 安全、清洁、经济,燃料费用所占的比例较低 | 投资成本大,会产生放射性废料,不适宜做尖峰、离峰随载运转 |
| 风力发电厂  | 风力的动能        | 利用风力带动风车叶片旋转,再通过增速机将旋转的速度提升,促使发电机发电    | 风力的动能→机械能→电能     | 清洁、廉价,可再生,取之不尽       | 需有蓄电装置,造价高                   |
| 地热发电厂  | 地球内部蕴藏的大量地热能 | 与火力发电的原理基本一样。不同的是利用的能源是地热能(天然蒸汽和热水)    | 地下热能→机械能→电能      | 无须消耗燃料,运行费用低         | 热效率不高,需要对所排热水环保处理            |
| 太阳能发电厂 | 太阳光能或太阳热能    | 通过太阳能电池板等,直接将太阳的辐射能转换为电能               | 太阳的辐射能→电能        | 安全、经济、环保,取之不尽        | 效率低,成本高,稳定性差                 |

### 1.1.2 电力系统简介

由发电厂、电力网和电能用户组成的一个发电、输电、变电、配电和用电的整体,称为电力系统,如图 1-1 所示。图 1-2 所示为大型电力系统示意图。



图 1-1 电力系统从发电厂到用户的发、输、变、配、用电过程

在电力系统中,各级电压的电力线路及其联系的变电所,称为电力网或电网。习惯上,电网或系统以电压等级来区分,如 10kV 电网或 10kV 系统,110kV 电网或 110kV 系统等。这里所说的电网或系统,实际上指某一电压等级的相互联系的整体电力线路。

电力系统加上发电厂的动力部分及其热能系统的热能用户,称为动力系统。

现在各国建立的电力系统越来越大,甚至建立跨国的电力系统或联合电网。我国规划到 2020 年,要在水电、火电、核电和新能源合理利用和开发的基础上,加强风能和太阳

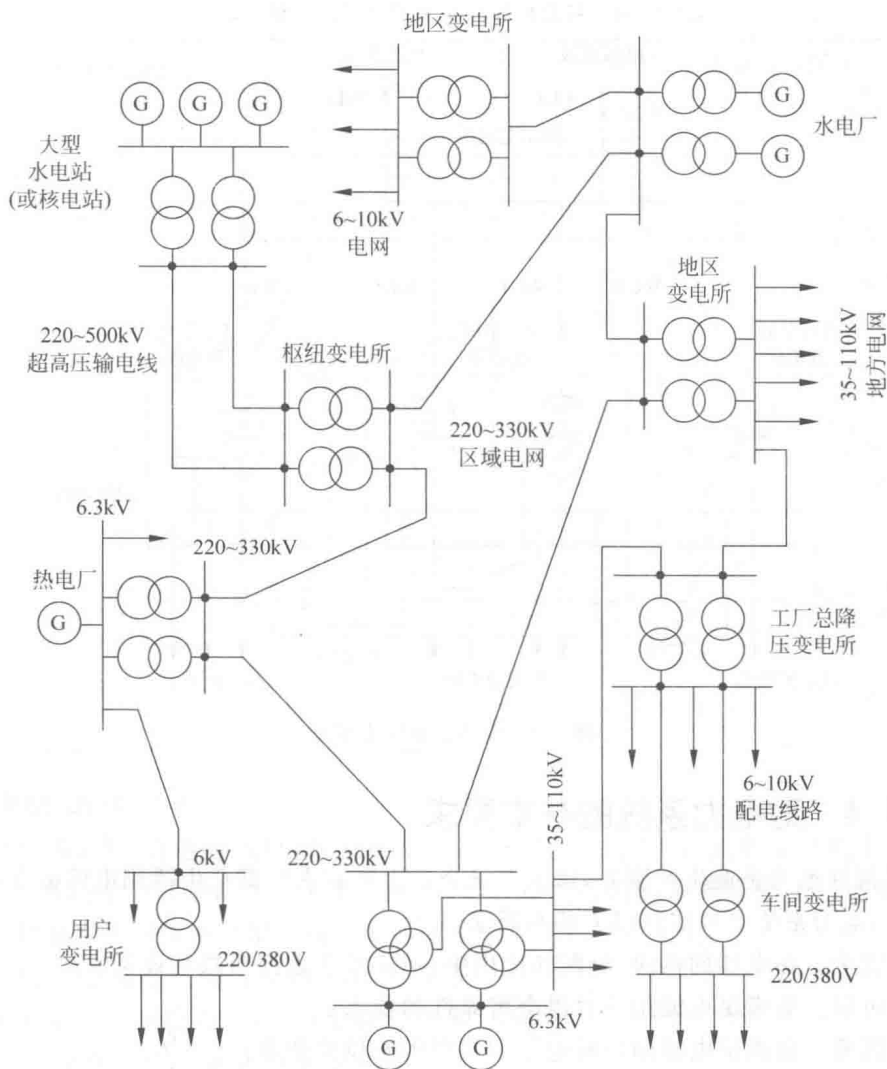


图 1-2 大型电力系统示意图

能的开发和建设,并形成全国联合电网,实现电力资源在全国范围内的合理配置和可持续发展。

### 1.1.3 供配电系统概况

企业内部供电系统由高压和低压配电线路、变电所(或配电所)以及用电设备构成。它通常由电力系统或企业自备发电厂供电。

一般中型企业的电源进线电压为6~10kV。电能先经高压配电所集中,再由高压配电线路将电能分送到各车间变电所,或由高压配电线路直接供给高压用电设备。车间变电所内装设有配电变压器,将6~10kV的电压降为低压用电设备所需的电压(如220/380V),然后由低压配电线路将电能分送给各用电设备使用。图1-3所示为典型的中型企业供电系统。

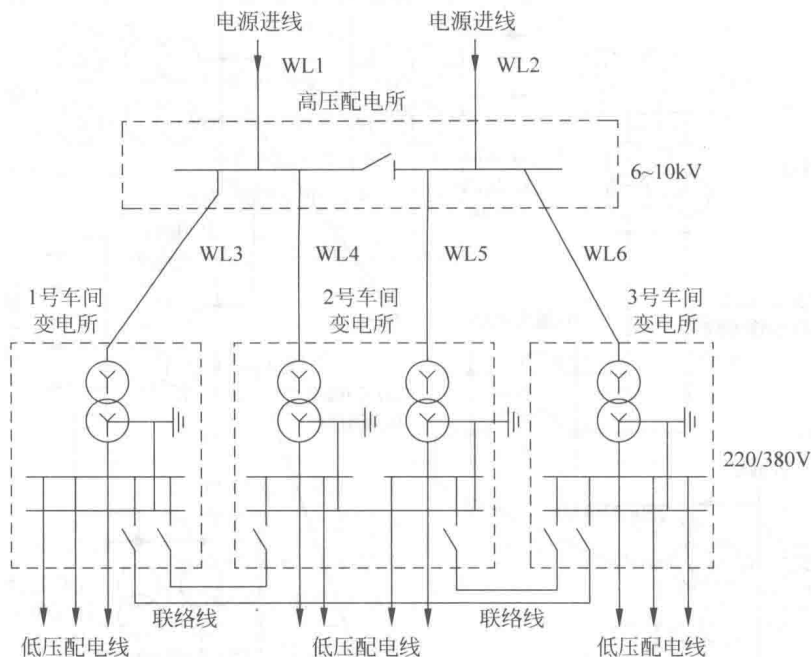


图 1-3 中型企业供电系统

### 1.1.4 对电力系统的基本要求

为了很好地为企业生产服务,切实保证企业生产和人民群众生活用电的需要,并做好节能工作,电力系统必须达到以下基本要求。

(1) 安全。在电能的供应、分配和使用中,不应发生人身事故和设备事故。

(2) 可靠。应满足电能用户对供电可靠性的要求。

(3) 优质。应满足电能用户对电压和频率等质量的要求。

(4) 经济。供电系统的投资要少,运行费用要低,并尽可能地节约电能和减少有色金属消耗量。

## 1.2 电力系统的电压

电力系统中的所有电气设备都是在一定的电压下工作的。能够使电气设备正常工作的电压就是它的额定电压。各种电气设备在额定电压下运行时,其技术性能和经济效果最佳。我国一般交流电力设备的额定频率为 50Hz,通称为工频。电压和频率是衡量电能质量的两个重要指标。

按照国家标准的规定,我国三相交流电网和电力设备的额定电压如表 1-2 所示。表 1-2 中所示变压器一、二次绕组额定电压是依据我国生产的电力变压器标准产品规格确定的。

表 1-2 我国三相交流电网和电力设备的额定电压

| 分类 | 电网和用电设备额定电压/kV | 发电机额定电压/kV                    | 电力变压器额定电压/kV                  |            |
|----|----------------|-------------------------------|-------------------------------|------------|
|    |                |                               | 一次绕组                          | 二次绕组       |
| 低压 | 0.38           | 0.40                          | 0.38                          | 0.40       |
|    | 0.66           | 0.69                          | 0.66                          | 0.69       |
| 高压 | 3              | 3.15                          | 3 及 3.15                      | 3.15 及 3.3 |
|    | 6              | 6.3                           | 6 及 6.3                       | 6.3 及 6.6  |
|    | 10             | 10.5                          | 10 及 10.5                     | 10.5 及 11  |
|    | —              | 13.8,15,75,18,<br>20,22,24,26 | 13.8,15,75,18,<br>20,22,24,26 | —          |
|    | 35             | —                             | 35                            | 38.5       |
|    | 66             | —                             | 66                            | 72.6       |
|    | 110            | —                             | 110                           | 121        |
|    | 220            | —                             | 220                           | 242        |
|    | 330            | —                             | 330                           | 363        |
|    | 500            | —                             | 500                           | 550        |
|    | 750            | —                             | 750                           | 825(800)   |
|    | 1000           | —                             | 1000                          | 1000       |

### 1. 电网(线路)的额定电压

由于线路运行(有电流通过)时要产生电压降,所以线路上各点的电压略有不同,如图 1-4 中虚线所示。线路始端比末端电压高,因此供电线路的额定电压采用始端电压和末端电压的算术平均值来计量。这个电压就是电力网的额定电压。

电网的额定电压是国家根据国民经济发展的需要和电力工业的水平,经过全面的技术与经济分析后确定的。它是确定各类电力设备额定电压的基本依据。

### 2. 用电设备的额定电压

对于成批生产的用电设备,其额定电压不可能按使用处线路的实际电压来制造,只能按线路首端与末端的平均电压,即电网的额定电压  $U_N$  来制造。因此,规定用电设备的额定电压与同级电网的额定电压相同。

### 3. 发电机的额定电压

由于电力线路允许的电压偏差一般为  $\pm 5\%$ ,即整个线路允许有  $10\%$  的电压损耗值,因此为了将线路的平均电压维持在额定值,线路首端(电源端)电压可较线路额定电压高  $5\%$ ,线路末端电压较线路额定电压低  $5\%$ ,如图 1-4 所示。所以,规定发电机额定电压高于同级电网额定电压  $5\%$ 。

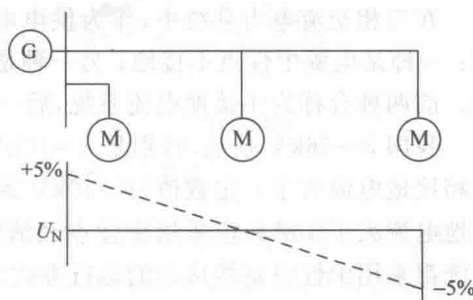


图 1-4 用电设备和发电机的额定电压说明