

高等院校电子信息类专业基础课规划教材

电工电子实训教程

岑盈盈 朱建华 主编



中国工信出版集团



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

高等院校电子信息类专业基础课规划教材

电工电子实训教程

岑盈盈 朱建华 主编



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是根据普通高等工科院校“电工电子实习”课程的教学基本要求而编写的,分为电工技术和电子技术两部分,共十章,主要内容包括:电力系统;电气安全;电工工具、电工仪表及电工材料;常用低压电器;继电器控制技术;常用电子元器件;焊接技术;SMT技术;常用电子仪器和电子产品的设计与制作等。在实训项目内容设置上,注意广泛性、先进性、实用性、趣味性,注重学生工程实际能力的培养。书中设置的实训项目内容,可供不同专业和学时的学生选用。

本书可作为普通高等学校和各类成人教育工程类专业“电工实习”“电子实习”课程的教材,也可供从事电工、电子技术的有关人员参考。

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

电工电子实训教程/岑盈盈,朱建华主编.--北京:电子工业出版社,2015.9
ISBN 978-7-121-26782-6

I. ①电… II. ①岑…②朱… III. ①电工技术—高等学校—教材 ②电子技术—高等学校—教材
IV. ①TM ②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 171252 号

责任编辑:束传政 特约编辑:张晓雪 徐 堃

印 刷:北京季蜂印刷有限公司

装 订:北京季蜂印刷有限公司

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:787×1092 1/16 印张:17.75 字数:454.4 千字

版 次:2015 年 9 月第 1 版

印 次:2015 年 9 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:39.50 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 zltts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前言

FOREWORD

电工电子实习是高等工科院校教学计划中一门重要的实践性技术基础课程,是高等院校学生综合素质培养过程中重要的实践教学环节之一。本书是电工电子实习这门课程的教材。

本书充分体现应用型人才培养的特点,以强化基础、突出能力培养和注重实用为原则,注重学生工程实训能力的培养,在实训项目内容设置上注意了广泛性、先进性、实用性和趣味性,有供配电电路设计制作、电机启动控制电路设计制作、电子装配技术手工焊接和 SMT 技术、电子产品设计制作与趣味小制作等。

学生通过本课程教学环节,巩固和加深理解所学的理论知识,掌握安全用电的基本常识,掌握常用电气、电子元器件基本知识;了解电子线路和电气线路制作的工艺要求,了解电子装配技术,掌握手工焊接和 SMT 技术,掌握电气元件装配技能;建立起电气原理图和电子线路图的基本概念,具备读图能力和分析能力;掌握常用电工电子仪器仪表的正确使用,掌握电子线路和电气线路的设计和调试方法;训练综合设计能力及分析解决实际工程问题能力。

本科学生可根据课程实习的教学周数,不同的年级、不同的专业的教学培养计划,来选择教学内容和实训项目内容。

本教材由岑盈盈、朱建华担任主编,并负责全书的统稿工作。全书分电工技术和电子技术两部分,电工技术由朱建华执笔;电子技术由岑盈盈执笔。

本书在编写过程中,参考和引用了一些专家、学者的论著、教材和资料,在此谨向原作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加上时间仓促,书中难免有错漏和不妥之处,恳请各位读者批评指正。

编者

2015 年 6 月 2 日

目录

CONTENTS

第1章 电力系统	1
1.1 电力系统概述	1
1.1.1 电力系统的组成	1
1.1.2 电能的质量标准	2
1.1.3 电力系统的额定电压等级	3
1.1.4 电力系统的中心点接地方式	4
1.2 低压配电系统	5
1.2.1 低压配电方式	5
1.2.2 低压配电线路	6
1.3 电力负荷计算	8
1.4 变电所参观实习	13
第2章 电气安全	15
2.1 电气安全概述	15
2.1.1 电的特点	15
2.1.2 电流对人体伤害	15
2.1.3 人体触电方式	16
2.1.4 触电事故的一般规律	17
2.2 触电急救与预防	18
2.2.1 触电急救	18
2.2.2 触电预防	21
第3章 电工工具、电工仪表及电工材料	22
3.1 常用电工工具及使用	22
3.1.1 钢丝钳	22
3.1.2 尖嘴钳	23
3.1.3 螺丝刀	23
3.1.4 电工刀	24

3.1.5	剥线钳	24
3.1.6	低压验电器	24
3.2	电工常用仪表及其使用方法	25
3.2.1	电工仪表概述	25
3.2.2	万用表	27
3.2.3	兆欧表	30
3.2.4	钳形电流表	32
3.2.5	直流单臂电桥	33
3.2.6	常用电工仪表的使用技能训练	35
3.3	电工材料	36
3.3.1	常用导电材料	37
3.3.2	常用绝缘材料	41
3.3.3	磁性材料	44
第4章	常用低压电器	48
4.1	低压电器概述	48
4.1.1	低压电器的分类	48
4.1.2	电磁式低压电器的基本知识	49
4.2	刀开关	53
4.2.1	刀开关的结构	53
4.2.2	常用的刀开关	53
4.2.3	胶盖刀开关	54
4.2.4	熔断器式刀开关	55
4.2.5	刀开关的选用及图形、文字符号	55
4.3	组合开关	56
4.4	熔断器	57
4.4.1	熔断器的结构和工作原理	57
4.4.2	熔断器的分类	58
4.4.3	熔断器的选择	59
4.5	接触器	60
4.5.1	接触器的作用与分类	60
4.5.2	接触器的结构和工作原理	60
4.5.3	接触器的主要技术数据	61
4.5.4	接触器的选用	62
4.6	低压断路器	63
4.6.1	低压断路器的工作原理	64
4.6.2	低压断路器的主要技术参数	64
4.6.3	低压断路器典型产品介绍	65
4.6.4	低压断路器的选用	66
4.7	继电器	66
4.7.1	电磁式继电器的结构和特性	67

4.7.2	继电器的主要参数	68
4.7.3	电磁式电压继电器和电流继电器	68
4.7.4	电磁式中间继电器	69
4.7.5	时间继电器	69
4.7.6	热继电器	71
4.7.7	速度继电器	73
4.7.8	固态继电器	74
4.8	主令电器	75
4.8.1	控制按钮	75
4.8.2	行程开关	76
4.8.3	接近开关	77
4.8.4	万能转换开关	78
4.9	智能低压电器	79
	习题	80
第5章	继电器接触器控制技术	81
5.1	概述	81
5.2	三相交流异步电动机	82
5.2.1	三相异步电动机的结构	82
5.2.2	三相异步电动机各部分的用途及所用材料	83
5.2.3	三相异步电动机接线盒内的接线	84
5.2.4	三相异步电动机的铭牌	85
5.2.5	双速异步电动机	85
5.2.6	电动机的检查	86
5.3	三相异步电动机的单元控制电路	86
5.3.1	三相异步电动机的正转直接启动控制线路	86
5.3.2	三相异步电动机的正反转直接启动控制线路	89
5.3.3	多地控制线路	91
5.3.4	位置控制	91
5.3.5	顺序控制	93
5.4	电气工程制图规范及电气图纸的识读方法	93
5.4.1	电气图定义	93
5.4.2	电气图有关国家标准	93
5.4.3	电气图分类	94
5.4.4	电气图的特点	94
5.4.5	电气图的一般规则	95
5.4.6	电气元件触点位置、工作状态和技术数据的表示方法	96
5.4.7	连接线	97
5.4.8	系统图和框图的基本特征与用途	98
5.4.9	系统图和框图绘制的基本原则和方法	98
5.4.10	电气原理图	99

5.4.11	电气安装图	101
5.4.12	阅读分析电气线路图	103
5.5	继电器控制电路的安装及工艺	109
5.5.1	安装电路的规则	109
5.5.2	电力拖动控制线路安装方法	110
5.5.3	用万用表查找故障的方法	112
5.6	继电器控制电路实训	114
5.6.1	三相异步电动机自锁起停控制	114
5.6.2	低压配电屏电路主电路及测量电路的制作	116
5.6.3	低压配电屏控制电路的制作与调试	118
5.6.4	电机双向转动控制的控制、指示电路制作与调试	120
5.6.5	Y- Δ 降压启动控制电路制作与调试	122
第6章	常用电子元器件	125
6.1	电阻器	125
6.1.1	电阻器的电路符号、单位与特性	125
6.1.2	电阻器的分类	126
6.1.3	电阻器型号命名方法	127
6.1.4	电阻器的主要性能参数	128
6.1.5	电阻器的测量	129
6.2	电位器	130
6.2.1	电位器的电路符号	130
6.2.2	电位器的分类	130
6.2.3	电位器型号的命名方法	131
6.2.4	电位器的主要性能参数	131
6.3	电容器	133
6.3.1	电容器的电路符号与单位	133
6.3.2	电容器的分类	133
6.3.3	常用介质电容器简介	135
6.3.4	电容器的命名	135
6.3.5	电容器的主要参数	136
6.3.6	电容器的测量	138
6.4	电感器	139
6.4.1	电感器的符号与单位	139
6.4.2	电感器的分类	139
6.4.3	电感线圈的主要参数	139
6.4.4	电感器的测量	140
6.5	二极管	140
6.5.1	常用二极管符号	140
6.5.2	二极管的基本参数	141
6.5.3	二极管的命名	142

6.5.4	二极管的种类	142
6.5.5	二极管识别与检测	145
6.6	三极管	146
6.6.1	三极管构成和电路符号	146
6.6.2	三极管的主要性能参数	147
6.6.3	三极管型号命名	148
6.6.4	三极管的分类	148
6.6.5	三极管的三种工作状态	150
6.6.6	三极管特性	151
6.6.7	三极管的判别	152
6.7	晶闸管	153
6.7.1	晶闸管的型号命名与结构	154
6.7.2	晶闸管的工作状态	155
6.7.3	晶闸管的主要参数	156
6.7.4	晶闸管的识别与检测	156
6.8	场效应管	157
6.8.1	场效应管的分类、特点与型号命名	157
6.8.2	场效应管的参数及特性	159
6.8.3	场效应管的检测与使用注意事项	160
6.9	集成电路	161
6.9.1	集成电路的型号命名方法	161
6.9.2	集成电路的种类	163
6.9.3	模拟集成电路	163
6.9.4	数字集成电路	168
6.10	实训项目——常用电子元器件的测试	172
第7章	焊接技术	174
7.1	焊接基础知识	174
7.1.1	焊接的概念及分类	174
7.1.2	锡焊机理	175
7.2	焊接的工具	176
7.2.1	电烙铁	176
7.2.2	其他工具	181
7.3	焊接的材料	181
7.3.1	焊料	181
7.3.2	焊剂	182
7.3.3	阻焊剂	183
7.4	锡焊焊点的基本要求	184
7.5	手工焊接技术	184
7.5.1	焊前准备	184
7.5.2	焊接操作姿势	185

7.5.3	焊接操作方法	186
7.5.4	焊接的注意事项	187
7.5.5	焊点的质量检查	187
7.5.6	拆焊操作	189
7.5.7	焊接后的清洗	191
7.6	电子工业中焊接技术简介	191
7.6.1	浸焊	191
7.6.2	波峰焊	192
7.6.3	再流焊	193
7.6.4	高频加热焊	193
7.6.5	脉冲加热焊	193
7.7	无 锡 焊 接	193
7.7.1	接触焊接	193
7.7.2	熔焊	194
7.8	实习项目——电子焊接技术训练	195
第 8 章	表面安装技术	197
8.1	表面安装技术概述	197
8.1.1	表面安装技术的发展历史	197
8.1.2	我国 SMT 技术的发展	197
8.1.3	表面组装技术的发展趋势	198
8.1.4	表面安装技术的优点	198
8.2	表面安装元器件	199
8.2.1	表面安装电阻器	199
8.2.2	表面安装电位器	200
8.2.3	表面安装电容器	200
8.2.4	表面安装电感器	200
8.2.5	表面安装二极管	201
8.2.6	表面安装三极管	201
8.2.7	表面安装集成电路	202
8.3	表面安装材料	203
8.4	表面安装技术工艺流程	204
8.5	实训项目 SMT 技术应用——网线测试器的制作	205
第 9 章	常用电子仪器	210
9.1	常用电子仪器仪表的使用注意事项	210
9.1.1	关于电子仪器仪表的阻抗	210
9.1.2	避免电子仪器仪表的损坏	211
9.1.3	电子仪器外壳的接地	212
9.1.4	探头与馈线	212
9.2	直流电源	213

9.3	双踪示波器	214
9.3.1	模拟示波器	214
9.3.2	模拟示波器的使用	216
9.3.3	数字存储示波器	218
9.3.4	数字存储示波器的操作面板和用户界面	220
9.3.5	数字存储示波器的一般操作	221
9.4	函数信号发生器	224
9.5	交流毫伏表	225
9.6	实习项目——常用电子仪器的使用	226
第10章	电子产品的设计与制作	229
10.1	直流稳压电源	229
10.1.1	工作原理	229
10.1.2	稳压电源的设计方法	231
10.1.3	稳压电源的装配与调试	233
10.1.4	稳压电源各项性能指标的测试	234
10.1.5	实训项目——集成稳压电源设计制作	235
10.2	多谐振荡器	237
10.2.1	分立元件构成的多谐振荡器	237
10.2.2	集成门电路构成的多谐振荡器	238
10.2.3	555 集成电路构成的多谐振荡器	242
10.2.4	实习项目一 多谐振荡器的应用	244
10.2.5	实习项目二 基于 555 的方波信号发生器	246
10.3	计数器	248
10.3.1	计数器概述	248
10.3.2	计数器的种类	248
10.3.3	二十四进制电子数字钟的设计	248
10.3.4	实习项目 六十进制计数器的设计制作	254
10.3.5	实习项目——流水灯设计制作	260
10.4	趣味小制作	264
10.4.1	光控小夜灯	264
10.4.2	声光音乐电子门铃	266
10.4.3	可充电式 LED 台灯	267
10.4.4	迷你小音响制作	269
10.4.5	定时音乐提醒器	270
10.4.6	趣味电子制作实习报告要求	272
参考文献		273

电力系统

1.1 电力系统概述

1.1.1 电力系统的组成

电力系统是由发电厂、输电网、配电网和电力用户组成的整体,是将一次能源转换成电能并输送和分配到用户的一个统一系统。输电网和配电网统称为电网,是电力系统的重要组成部分。发电厂将一次能源转换成电能,经过电网将电能输送和分配到电力用户的用电设备,从而完成电能从生产到使用的整个过程。电力系统还包括保证其安全可靠运行的继电保护装置、安全自动装置、调度自动化系统和电力通信等相应的辅助系统(一般称为二次系统)。

图 1-1 为电力系统的基本组成(单线图)。图 1-2 为大型电力系统(单线图)。

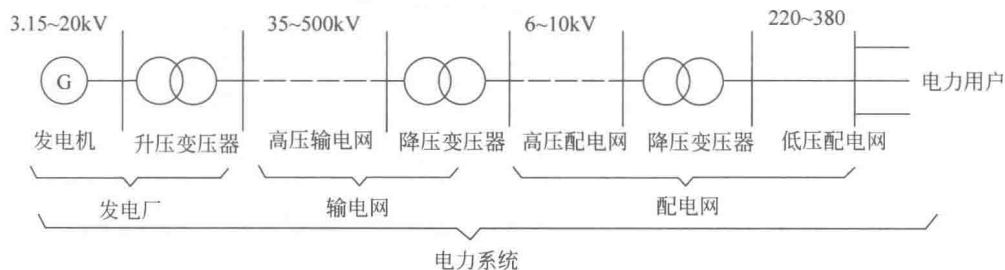


图 1-1 电力系统的基本组成(单线图)

输电网负责将电能从发电厂输送到负荷中心。输电网是电力系统中最高电压等级的电网,是电力系统中的主要网络(简称主网),起到电力系统骨架的作用,所以又可称为网架。在一个现代电力系统中既有超高压交流输电,又有超高压直流输电。这种输电系统通常称为交、直流混合输电系统。

配电网将电能从负荷中心输送到各级电力用户,通常电压在 220kV 以下。可分为高压配电网(35~110kV)、中压配电网(3~10kV)、低压配电网(220~380V)。配电网是将电能

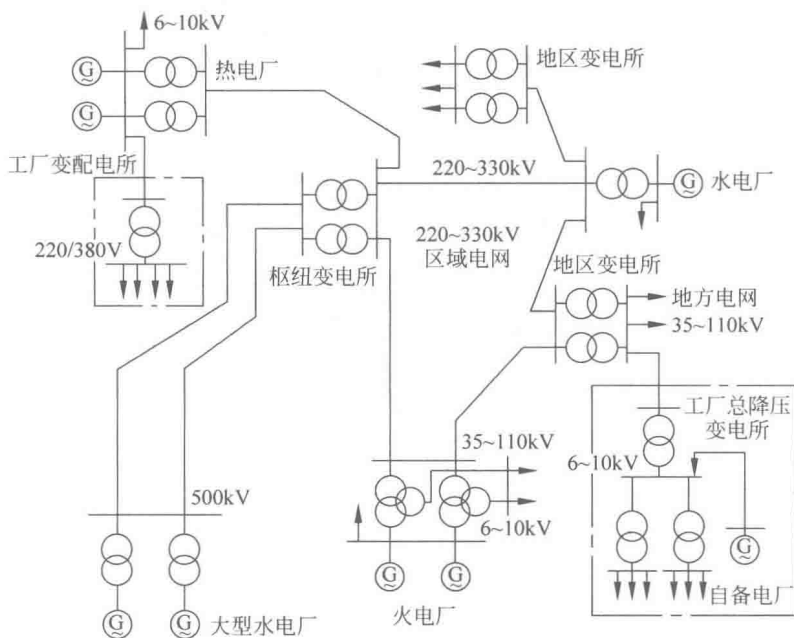


图 1-2 大型电力系统(单线图)

从枢纽变电站直接分配到用户区或用户的电网,它的作用是将电力分配到配电变电站后再向用户供电,也有一部分电力不经配电变电站,直接分配到大用户,由大用户的配电装置进行配电。

在电力系统中,电网按电压等级的高低分层,按负荷密度的地域分区。不同容量的发电厂和用户应分别接入不同电压等级的电网。大容量主力电厂应接入主网,较大容量的电厂应接入较高电压的电网,容量较小的可接入较低电压的电网。

配电网应按地区划分,一个配电网担任分配一个地区的电力及向该地区供电的任务。因此,它不应当与邻近的地区配电网直接进行横向联系,若要联系应通过高一级电网发生横向联系。配电网之间通过输电网发生联系。不同电压等级电网的纵向联系通过输电网逐级降压形成。不同电压等级的电网要避免电磁环网。

电力系统之间通过输电线连接,形成互连电力系统。连接两个电力系统的输电线称为联络线。

1.1.2 电能的质量标准

电能的质量标准有频率、电压以及电压的不对称性和非正弦性标准。

1. 频率质量

包括频率标准和容许偏差。频率是整个电力系统统一的运行参数,一个电力系统只有一个频率。我国和世界上大多数国家电力系统的额定频率为 50Hz。大多数国家规定频率偏差在 $\pm 0.1 \sim 0.3$ Hz。在我国,300 万千瓦以上的电力系统的频率偏差规定不得超过 ± 0.2 Hz; 而 300 万千瓦以下的小容量电力系统的频率偏差规定不得超过 ± 0.5 Hz。

2. 电压质量

包括供电电压标准及容许偏差。我国对用电单位的供电额定电压及容许偏差规定为:

①低电压 220V/380V,用于照明用户时允许偏差 $+5\% \sim -10\%$,用于其他为 $\pm 7\%$ 。②高电压 10kV,10kV 及以下允许偏差为 $\pm 7\%$;对特殊用户有 35kV、110kV 供电的,允许偏差为 $\pm 5\%$ 。

3. 电压的不对称性和非正弦性

在现代的用电设备中,出现了换流—整流设备、变频—调速设备、电弧炉、电气机车、电视机等非线性负荷。它们不但引起电压波动而且造成电压的不对称性和非正弦性。

电压的不对称性系指三相电压间的不对称。根据对称分量法,不对称的三相电压可分解为对称的正序、负序和零序分量。

电压的非正弦性是指电压波形的畸变。根据傅里叶变换,非正弦的电压可分解为基波(50Hz)电压和一系列高次谐波电压。总谐波电压是所有高次谐波电压的均方根值之和。我国对供电的谐波电压和电流允许值作了规定。以 10kV 的电网为例,总的电压谐波畸变率(GHD)应小于 4%,奇次谐波应小于 3.2%,偶次谐波应小于 1.6%。

用户和供电部门共同努力才能保证电网谐波在允许范围。电网谐波如果不治理,将导致电气设备寿命缩短、网损增加、仪表指示不准、干扰通信线路,甚至引起继电保护和自动装置误动。

4. 电能质量国标

GB/T 15945—2008《电能质量 电力系统频率偏差》

GB/T 12325—2008《电能质量 供电电压偏差》

GB/T 24337—2009《电能质量 公用电网间谐波》

GB/T 12326—2008《电能质量 电压波动和闪变》

GB/T 15543—2008《电能质量 三相电压不平衡》

GB/T 18481—2001《电能质量 暂时过电压和瞬态过电压》

1.1.3 电力系统的额定电压等级

各用电设备、发电机、变压器都是按一定标准电压设计和制造的。当它们运行在标准电压下时,技术、经济性能指标都发挥得最好。此标准电压就称为额定电压。

1. 输电线路的额定线电压等级

可分为 220/380V, 0.4kV, 3kV, 6kV, 10kV, 35kV, 60kV, 110kV, 220kV, 330kV, 500kV, 750kV, 1000kV。

一般来说,110kV 以下的电压等级以 3 倍为级差,即 10kV,35kV,110kV;110kV 以上的电压等级,则以两倍为级差,即 110kV,220kV,500kV。

确定额定电压等级,需要考虑三相功率 S 和线电压 U 、线电流 I ,三者之间的关系是 $S = \sqrt{3}UI$ 。

当输送功率一定时,输电电压越高,电流越小,导线等载流部分的截面积越小,投资越小。

但电压越高,对绝缘的要求越高,杆塔、变压器、断路器等绝缘的投资也越大。

所以,对应于一定的输送功率和输送距离应有一个最合理的线路电压。

但从设备制造的角度考虑,线路电压不能任意确定。规定的标准电压等级过多也不利

于电力工业的发展。

2. 发电机、变压器、用电设备的额定电压的确定

① 用电设备的额定电压=线路额定电压,允许其实际工作电压偏离额定电压 $\pm 5\%$ 。

② 线路的额定电压:指线路的平均电压 $(U_a + U_b)/2$,线路首末端电压损耗为 10% 。因为用电设备允许的电压波动是 $\pm 5\%$,所以接在始端的设备,电压最高不会超过 5% ;接在末端的设备最低不会低于 -5% 。

③ 发电机的额定电压总在线路始端,比线路额定电压高 5% ;3kV的线路发电机电压为3.15kV。

④ 变压器的额定电压,其一次侧相当于用电设备,直接与发电机相连的,额定电压与发电机一致;直接与线路相连的,额定电压与线路额定电压相同。

其二次侧相当于电源。二次侧位于线路始端,比线路额定电压高 5% 。计及自身 5% 的电压损耗,总共比线路额定电压高 10% 。二次侧直接接用电设备(负荷)时,只需考虑自身 5% 的电压损耗。

3. 不同电压等级的适用范围

220/380V——应用范围广,现在工业与民用用电除矿井、医疗、危险品库等外,均为220/380V,所以应用范围非常广泛。

3kV——工业企业内部采用;

500kV、330kV、220kV——大电力系统主干线;

110kV——中小电力系统的主干线,也用于大电力系统的二次网络;

35kV——大城市或大工业企业内部网络,或农村电网;

10kV——最低一级高压配电电压。

1.1.4 电力系统的中心点接地方式

电力系统中性点接地方式是一个涉及电力系统许多方面的综合性技术课题,它不仅涉及电网本身的安全可靠性、过电压绝缘水平的选择,而且对通信干扰、人身安全有重要影响。

1. 电力系统中性点接地方式的分类

电力系统中性点接地方式有两大类,一类是中性点直接接地或经过低阻抗接地,称为大接地电流系统;另一类是中性点不接地、经过消弧线圈或高阻抗接地,称为小接地电流系统。其中采用广泛的是中性点不接地、中性点经过消弧线圈接地和中性点直接接地三种方式。

(1) 中性点不接地系统。中性点不接地方式,即中性点对地绝缘,结构简单,运行方便,不需任何附加设备,投资省、适用于农村10kV架空线路长的辐射形或树状形的供电网络。

(2) 中性点经消弧线圈接地系统。中性点消弧线圈接地方式,即在中性点和大地之间接入一个电感消弧线圈,消弧线圈主要带有气隙的铁芯和套在铁芯上的绕组组成,它们被放在充满变压器油的油箱内,绕组的电阻很小,电抗很大。消弧线圈的电感,可用改变接入绕组的匝数加以调节。显然,在正常的运行状态下,由于系统中性点的电压三相不对称电压,数值很小,所以通过消弧线圈的电流也很小,采用过补偿方式,即使系统的电容电流突然的减少(如某回线路切除)也不会引起谐振,而是离谐振点更远。

(3) 中性点直接接地系统。中性点经电阻接地方式,即中性点与大地之间接入一定阻

值的电阻,该电阻与系统对地电容构成并联回路,由于电阻是耗能元件,也是电容电荷释放元件和谐振的阻压元件,对防止谐振过电压和间歇性电弧接地过电压,有一定的优越性。

中性点的电位在电网的任何工作状态下均保持为零,在这种系统中,当一相接地时,这一相直接经过接地点和接地的中性点短路,一相接地短路电流的数值最大,因而应立即使继电保护动作,将故障部分切除。

2. 目前我国电力系统中性点的运行方式

目前我国电力系统中性点的运行方式,大体是:

(1) 对于 6~10kV 系统,由于设备绝缘水平按线电压考虑对于设备造价影响不大,为了提高供电可靠性,一般均采用中性点不接地或经消弧线圈接地的方式。

(2) 对于 110kV 及以上的系统,主要考虑降低设备绝缘水平,简化继电保护装置,一般均采用中性点直接接地的方式,并采用送电线路全线架设避雷线和装设自动合闸装置等措施,以提高供电可靠性。

(3) 20~60kV 的系统是一种中间情况,一般一相接地时的电容电流不很大,网络不很复杂,设备绝缘水平的提高或降低对于造价影响不很显著,所以一般均采用中性点经消弧线圈接地方式。

(4) 1kV 以下的电网的中性点采用不接地方式运行,但电压为 380/220V 的系统,采用三相五线制,零线是为了取得相电压,地线是为了安全。

1.2 低压配电系统

1.2.1 低压配电方式

低压配电系统是由配电装置和配电线路组成。低压配电方式是指低压干线的配电方式。低压配电方式有放射式、树干式、链式三种形式,低压配电方式如图 1-3 所示。

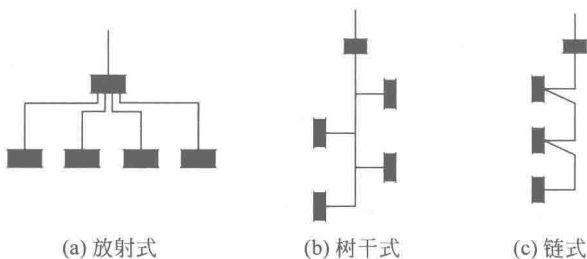


图 1-3 低压配电方式

1. 放射式

由总配电箱直接供电给分配电箱或负载的配电方式。优点是各负荷独立受电,一旦发生故障只局限于本身而不影响其他回路,供电可靠性高,控制灵活,易于实现集中控制。缺点是线路多,有色金属消耗量大,系统灵活性较差。这种配电方式适用于设备容量大、要求集中控制的设备、要求供电可靠性高的重要设备配电回路,以及有腐蚀性介质和爆炸危险等场所,不宜将配电及保护启动设备放在现场者。

2. 树干式

指由总配电箱至各分配电箱之间采用一条干线连接的配电方式。优点是投资费用低、施工方便,易于扩展。缺点是干线发生故障时,影响范围大,供电可靠性较差。这种配电方式常用于明敷设回路,设备容量较小,对供电可靠性要求不高的设备。

3. 链式

它也是在一条供电干线上带多个用电设备或分配电箱,与树干式不同的是其线路的分支点在用电设备上或分配电箱内,即后面设备的电源引自前面设备的端子。优点是线路上无分支点,适合穿管敷设或电缆线路,节省有色金属。缺点是线路或设备检修以及线路发生故障时,相连设备全部停电,供电的可靠性差。这种配电方式适用于暗敷设线路,供电可靠性

要求不高的小容量设备,一般串联的设备不宜超过 3~4 台,总容量不宜超过 10kW。

在实际工程中,照明配电系统不是单独采用某一种形式的低压配电方式,多数是综合形式,如在一般民用住宅所采用的配电形式多数为放射式与链式的结合。一般民用住宅低压配电形式如图 1-4 所示。

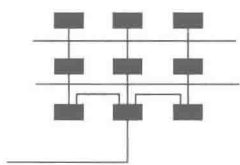


图 1-4 一般民用住宅
低压配电形式

总配电箱向每个楼梯间配电为放射式,楼梯间内不同楼层间的配电箱为链式配电。

1.2.2 低压配电线路

1. 架空线路

主要由导线、电杆、横担、绝缘子和线路金具等组成,如图 1-5 所示。其特点是设备材料简单,成本低;容易发现故障,维护方便;缺点是易受外界环境的影响,供电可靠性较差;影响环境的整洁美观等。

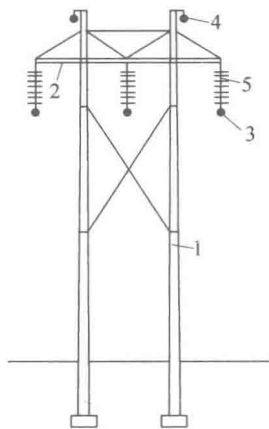
导线的主要任务是输送电能。主要分绝缘线和裸线两类,市区或居民区尽量采用绝缘线。绝缘线又分铜芯和铝芯两种。

电杆主要作用是支撑导线,同时保持导线的相间距离和对地距离。电杆按材质分有木杆、水泥杆和铁塔三种。电杆按其功能分直线杆、转角杆、终端杆、跨越杆、耐张杆、分支杆等。

横担主要用来安装绝缘子以固定导线。从材料来分,有木横担、铁横担和瓷横担。低压架空线常用镀锌角铁横担。横担固定在电杆的顶部,距顶部一般为 300mm。

绝缘子主要作用是固定在横担上,用来使导线之间、导线与横担之间保持绝缘的,同时也承受导线的垂直荷重的水平拉力。低压架空线路绝缘子主要有针式和蝶式两种。

金具是指架空线路上所使用的各种金属部件的统称,其作用是连接导线、组装绝缘子、安装横担和拉线等,即主要起连接或紧固作用。常用的金具有固定横担的抱箍和螺栓,用来连接导线的接线管,固定导线的线夹以及做拉线用的金具等。为了防止金具锈蚀,一般都采用镀锌铁件或铝制零件。



1—电杆；2—横担；3—导线；
4—避雷线；5—绝缘子

图 1-5 架空线路结构