

电力设施安装企业 工长培训读本

(含试题及答案)

杨育勇 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

电力设施安装企业 工长培训读本

(含试题及答案)

杨育勇 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是“一长三员”系列丛书之一，全书共分9章：电力安装工长的定位与职责，电力安装工长的知识储备，电力施工准备，电力施工管理，竣工验收、启动试运与交接，电力线路架设，电力变压器安装，配电装置的安装调试，电力电缆敷设与电缆头附件安装。本书引用了大量的新理念、新技术、新工艺、新方法，用以开拓电力安装工长的管理思路和组织调度能力，对电力行业仍在沿用的传统工艺也进行了必要的阐述。

本书内容丰富，实用性强，用于培训和自学均宜，也可作为电力施工管理人员、技术人员以及中等专业学校的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电力设施安装企业工长培训读本：含试题及答案 / 杨育勇编著. —北京：中国水利水电出版社，2008

ISBN 978 - 7 - 5084 - 5862 - 5

I. 电… II. 杨… III. 电气设备—建筑安装工程—工程施工—技术管理—技术培训—教材 IV. TU723.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 134800 号

书 名	电力设施安装企业工长培训读本 (含试题及答案)
作 者	杨育勇 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 19.25 印张 456 千字
版 次	2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	39.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

根据国家电监会颁布的《承装（修试）电力设施许可证管理办法》，为提高承装（修、试）电力设施企业人员的整体素质和规范化管理水平，便于开展电力企业安装工长培训和认定工作，特编发本教材以满足电力企业的培训需求。

受北京市电力行业协会委托，组织部分专家编写了本书——《电力设施安装企业工长培训读本》。本书参考了辽宁省电力行业协会编写的《电力设施企业安装工长培训教材》以及华北电监会济南监管办公室编写的《电力安装工长培训教材》，结合京津唐电网的特色，并参阅了国家电力公司、国家电网公司、华北电网公司下发的文件及电力工程质量验收标准等资料，重新编辑而成。

全书分9章：第一章电力安装工长的定位与职责，第二章电力安装工长的知识储备，第三章电力施工准备，第四章电力施工管理，第五章竣工验收、启动试运与交接，第六章电力线路架设，第七章电力变压器安装，第八章配电装置的安装调试，第九章电力电缆敷设与电缆头附件安装。本书引用了大量的新理念、新技术、新工艺、新方法，用以开拓电力安装工长的管理思路和组织调度能力，对电力行业仍在沿用的传统工艺也进行了必要的阐述。本书内容丰富，实用性强，用于培训和自学均宜，也可作为电力施工管理人员、技术人员以及中等专业学校的参考用书。

本书在编辑过程中得到了北京市电力行业协会，天津市电力行业协会的大力协助。在此，我谨代表《电力设施安装企业工长培训读本》的编者，向以上单位表示衷心的感谢。

本书写作时间紧，任务重，在编写中克服了重重困难，方始成书。对书中出现的差错或不当，敬请电力企业和广大读者批评指正。

杨育勇

2008年7月28日

目 录

前言

第一章 电力安装工长的定位与职责	1
第一节 电力安装工长的定位	1
第二节 电力安装工长的职责	3
第二章 电力安装工长的知识储备	7
第一节 基础知识	7
第二节 专业知识	22
第三章 电力施工准备	25
第一节 接受任务与做好施工准备工作	25
第二节 编制施工计划	27
第三节 开工报告、施工组织措施的编写设计	30
第四节 电力工程施工措施的编制内容	32
第四章 电力施工管理	57
第一节 施工现场的安全管理	57
第二节 施工工程的质量管理	71
第三节 施工现场的技术管理	88
第四节 物资机械管理和劳动后勤管理	103
第五章 竣工验收、启动试运与交接	124
第一节 竣工验收	124
第二节 竣工资料的编制	126
第三节 竣工图的编制	131
第四节 工程竣工技术档案的保管	132
第五节 启动试运	138
第六章 电力线路架设	147
第一节 电力线路架设的施工准备和材料检验	147
第二节 杆塔组立与附件安装	153
第三节 导线架设	158

第七章 电力变压器安装 170

 第一节 施工准备 170

 第二节 变压器安装施工工艺 171

 第三节 变压器施工要求及质量标准 179

第八章 配电装置的安装调试 182

 第一节 高压断路器的安装 182

 第二节 断路器操动机构的安装 194

 第三节 隔离开关的安装 197

 第四节 10kV 成套开关柜的安装 200

 第五节 互感器的安装 206

 第六节 避雷器的安装 208

 第七节 母线装置的安装 210

 第八节 接地装置的安装 231

 第九节 电力电容器的安装 236

第九章 电力电缆的敷设与电缆头附件的安装 240

 第一节 电缆敷设 240

 第二节 电缆终端和接头的制作安装 262

试题 275

试题答案 289

参考文献 301

第一章 电力安装工长的定位与职责

电力安装工程是依据工程设计与安装工艺的要求，遵照电力设施安装施工的相关规程规范、设计文件、施工图集等技术文件的具体规定，按照特定的路径、严谨的工艺流程，将电力设备组合、安装在特定的位置上，经过检测、试验、调试使其发挥最佳的工作态势，使电能的生产、分配、传输等环节能够顺利实现，进而产生最大的经济效益和社会效益。

电力安装工作技术复杂、质量工艺要求高，特别是近几年来，随着电力工业的发展，供电网络的扩容，一些高电压、大容量、采用新技术的电力设备不断被电力企业引进，并得到广泛应用。因此，对从事电力设备的企业和员工提出了更新、更高的要求，特别是在生产一线带领员工工作的安装工长，更要努力拓宽自己的知识面，提高操作技能和管理水平，以适应技术发展的需求。

第一节 电力安装工长的定位

一、电力安装工程

（一）什么是电力安装工程

电力安装工程是依据工程设计与安装工艺的要求，遵照电力设施安装施工的相关规程规范、设计文件、施工图集等技术文件的具体规定，按照特定的路径、严谨的工艺流程，将电力设备组合、安装在特定的位置上，经过检测、试验、调试使其发挥最佳的工作态势，使电能的生产、分配、传输等环节能够顺利实现，进而产生最大的经济效益和社会效益。

（二）电力安装工程的任务

1. 将电力设备安装就位

电力设备安装就位主要依据设计部门提交的安装施工图纸，设计资料规程规范等技术文件的具体规定，以及生产厂家提交的设备安装使用说明，通过专业人员，使用各种不同机械和专用工具，按照工期进度要求，按照国家和行业的安装工艺标准将电力设备安装在施工图所要求的具体位置上。

2. 将电力设备调试合格

（1）安装前调试。也称为检测或抽检，是指电力设备开箱后，安装前进行的一项检查活动，主要是检测设备的出厂质量和在运输过程中有无受损以及外在形态有无变化，为下一步安装工作做好准备。



(2) 安装中调试。是指在设备的安装过程中对一个或某一组电气元件在安装就位后进行的调试，主要检测元件在安装过程中技术参数、元件性能有无变化，是否符合产品的技术要求；若出现不符合的情况，需要进行调整，使其技术参数、技术性能完全达到设计要求。

(3) 安装后调试。也称为设备统调或整调，是指设备安装后，对整组设备进行的调试。它包括两部分：

1) 在电力设备整体安装完毕后，按照技术要求进行整体调试，检测所有设备在安装就位后，各项技术参数是否符合要求。经过这次调试全面合格后，可报设备安装竣工。

2) 安装竣工后，经过甲、乙双方验收进行的全系统带电调试，也称为加压试验。是对电力设备加全额电压的运行调整，是检测电力设备制造、安装等质量是否符合技术标准的一次决定性检测和考验。若发现问题，能不停电处理的要立即处理；需要停电的，要全部设备停电后方可进行处理。本次调试是制造厂家、安装单位、运行部门均需参加的一次调试。

二、电力工长的定位

(一) 企业的管理层次

在电力安装企业中，管理层次从纵向结构上可划分为 3 个层次，即决策层、管理层、执行层，3 个层次呈宝塔型结构，如图 1-1 所示。

(1) 决策层，也称经营层、核心层或经营决策层，由董事长及所领导的董事会，总经理和副总经理组成。其主要职责是负责企业组织机构设置，人员的配备，生产经营策略的制定，资金的调度使用等一系列企业发展战略的制定以及各种重大事项的决策。

(2) 管理层，也称二级机构或中层管理者，由企业的部长、科长、车间主任以及他们所领导的部室管理人员组成。负责组织和指导执行层落实好决策层的指令，保质、保量、按期全面完成本部门、本单位所承担的任务，是决策层决议的组织者和中间桥梁。

(3) 执行层，是最基层的管理者，指工段长、班组长、专业队长等，即通常所说的兵头将尾。其负责组织本工段、本工地、本班组、本专业队的员工按照部室管理层的要求，严控质量标准，完成自身所承担的任务，是实现决策层经营管理的基础力量。本书所涉及的安装工长既是其中重要的一员。

(二) 电力工长在企业中的位置

电力安装工长在电力安装企业中有着不可替代的作用，是企业最基层的负责人，是企业效益、企业形象最直接的体现者。他既是安装现场的指挥者，又是统筹全面的管理者；既是员工团队的领导者，又是上下左右关系的协调者。所以电力安装工长是一个施工现场或一个施工项目的最直接领导者，在某种情况下也是这个工地的最高领导者、组织者和指挥者。根据项目的规模的不同，安装工长所领导的人员、班组有所不同。对于比较复杂的

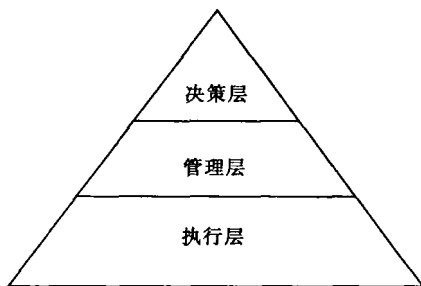


图 1-1 企业纵向管理层示意图



综合项目而言，安装工长所指挥的是几个专业班组或几个分队，而对一个单一项目而言，工长所指挥的可能是几个人的小班组。无论何种情况，安装工长都是这个工地的负责人，他虽受控于上级领导，但在这个项目上能否按质、按量、按期完成任务指标与工长有着最为密切的关系。

在实际安装工作中，决策层的决策做得再好，如果没有工长的勤奋努力、精心组织，科学调度和不断地艰苦工作，上级的指令很难得到全面的落实。所以工长既是一个工地的组织者、指挥者、领导者，也是企业决策层决策指令落实的带头人、实践者和协调者。

第二节 电力安装工长的职责

电力安装工长的职责是科学、有效地将参与施工的人员、机具、材料、构配件组织起来，在时间和空间上取得最佳组合，力争实现经济效益的最大化，出色地完成工程安装任务，达到企业和职工的和谐及双赢。

一、电力安装工长的使命

1. 确保安装质量

质量是企业的生命线，在电力设备产品质量得到保证的前提下，安装质量的好坏直接决定了安装工程的成败，百年大计，质量第一，来不得半点马虎。对于安装现场的第一人——工长，必须严格坚持每一个安装环节的质量标准，保证设备本体、附件、连线的安装质量，做到万无一失。所以说安装质量是企业的生命线，同样也是工长的生命线。

2. 提高安装效率

科学、合理地调配施工现场的人力、物力，以最优化方式，换取最佳的安装效果和速度，大力提倡技术革新和大胆创新，最大限度地调动职工生产积极性，努力提高日、班安装进度，为企业和员工争得最好的经济效益。

3. 降低安装成本

包括节约原材料，节约能源消耗，节约水资源，对低值易耗品的精打细算，以标准化、精益化的方式实现劳动力的分配和管理，力求降低人力成本。

4. 坚持安全第一

安装现场必须坚持安全生产责任制，要有确保安全的组织措施和技术措施，要定期对职工进行安全培训，防止人身伤害和重大事故的发生。要努力改进机械设备的安全性能，要对工器具定期进行检验和试验，以确保其完好；坚决反对违章指挥，杜绝违章作业，对待安全要一丝不苟，防患于未然。

二、电力安装工长应具备的条件

1. 够用的知识

- (1) 具有相当于中专水平的电工学理论知识（含安装常用的仪器、仪表）。
- (2) 熟悉照明、动力、输电、变电、配电等电气工程的基本知识。
- (3) 熟悉常用电气材料，高低压电器种类、规格、性能及选用原则。



- (4) 熟练掌握安全用电、施工安全的技术规范。
- (5) 具有施工技术资料收集、编写、整理、归档的知识。

2. 精湛的技能

- (1) 能熟练阅读和准确理解电气施工安装图。
- (2) 熟练掌握电气设备安装与接线方法。
- (3) 熟悉照明、动力、输电、变电、配电等电气工程的施工程序及有关国家标准。
- (4) 熟练掌握施工验收规范及质量检验、评定标准。
- (5) 能编写开竣工资料和交工验收资料。

3. 成熟的经验

- (1) 有担任过组长、班长、领班的经历。
- (2) 有独立完成单（小）项、分项目施工经验。
- (3) 有分析、判断事物本质和一定的预见能力。
- (4) 能组织指挥两个以上专业、多个班组共同开展施工、协调合作的能力。

4. 丰富的情商

- (1) 能准确把握员工的技术水平、性格特点。
- (2) 合理进行人员优化组合，使人力资源利用达到最大化。
- (3) 能及时与员工进行沟通，尊重、理解、包容，协调各种人际关系。
- (4) 处处以身作则、注重团队建设，形成一个团结协作、精益求精、一流的施工队伍。

三、电力安装工长的任务

1. 施工管理

包括现场安装作业，质量把关，成本核算，材料管理，机械保养、标志配置以及文明生产。

2. 安全管理

包括开展安全教育，严格遵守、执行规章制度，坚持对异常事故“四不放过”，开展反违章活动，做好防雨、防火、防盗工作，确保工地人员、设备、材料万无一失，营造一个人人讲安全，处处重安全的工作氛围。

3. 劳务管理

包括人力优化组合，科学排班，严格考勤，合理分配，评优评先，劳动竞赛、合建活动，福利保健，技术培训，后勤保障等。

4. 信息反馈

安装工长应定期向上级反馈施工信息以及合理化建议，供领导层决策，使各级领导和管理层对工程进度、现场状况，分项指标均能及时了解掌握。

四、电力安装工长的职责

（一）做好施工准备工作

1. 技术准备

- (1) 熟悉施工图纸、有关技术规范和安装规程，了解设计说明书的具体要求及工程细



部、节点的具体作法，必要时需作放大样，做出详尽的配料单，弄清、弄懂有关技术资料对安装质量的具体要求。

(2) 调查并收集必要的原始资料。

(3) 熟悉工程设计及有关技术文件对施工顺序、施工方法、技术措施、施工进度及施工总平面布置的要求，着重了解工程的薄弱环节和关键工序。

(4) 熟悉有关合同的条款，计算并细化工程量，对比工程中人、财、物的实际消耗与计划消耗定额，制定降低消耗的措施，了解和制定现场工资基数的组成、奖金发放办法，签发工程任务书、限额领料单等。

2. 现场准备

(1) 现场“四通一平”（水通、电通、路通、讯通，地平）的验证。

(2) 进行场地抄平，测量放线，固定桩楔。

(3) 根据工程规模和工程进度，选择合适地点搭建临时板房，安排好员工的吃、住、行等后勤保障工作。

(4) 根据施工计划和平面图，搭建材料和半成品库，合理组织材料、构件、半成品机具进场，进行初检并建立检验、出、入库等管理制度和相应的台账。

(5) 安排好施工现场的防汛、防火、防盗等安全措施。

3. 组织准备

(1) 根据施工计划和进度及人工需求量安排，分期分批组织员工进场，注意技术工种的搭配；开展施工前期对员工的教育培训。

(2) 确定各工种、工序在各施工段的搭接、流水、交叉作业的开工、完工时间。

(3) 策划好施工现场的一、二线，前、后台，施工主体和辅助作业，场内施工和场外协作之间的协调配合。

(二) 搞好施工交底工作

(1) 施工任务交底，包括向班组或带班人交代任务内容、工期、关键工序、交叉配合、协调关系等。

(2) 技术措施和操作要领交底，交代清楚有关的技术规范、操作规程及重点部位、细部、节点的具体做法，工程质量保障措施等。

(3) 消耗定额及经济分配方式交底，交代清楚工程各分项目的工时、材料消耗、机械台班、经济分配和奖罚制度等。

(4) 安全和文明施工交底，明确确保安全的组织措施和技术措施，责任到人，坚持文明生产，减少粉尘、噪音、垃圾等污染。

(三) 实施目标管理，积极组织调控

依照施工组织设计和有关技术、经济文件以及现场的实际情况，实行质量、工期、成本等目标管理措施，按阶段、工序实施综合平衡、协调控制，把施工中的各种资源、各种关系协调至最佳的平衡状态，以确保工程的顺利进行。为此，要做好以下几个环节的工作：

(1) 检查班组作业前的各项准备工作。

(2) 检查外部供应、专业施工等外协条件是否满足施工实际需要，检查进场原材料、



半成品、构件的质量及产品合格证。

(3) 检查班组在施工中，采用的方法、步骤、质量、进度以及材料损耗、安全措施等情况，发现问题，立即给以纠正或采取积极的补救措施解决。

(4) 做好现场施工调度工作，解决好现场的劳力、材料、半成品、周转料、工器具、机械、车辆、安全设施、施工水电、季节变化、工艺及其生活保障设施出现的工序矛盾。

(5) 建立施工质量督导、检查和评价制度，随时监督施工中的自检、互检、交接检制度和工程隐检、预检的执行情况，督促做好分部、分项工程的质量评定工作。

(四) 坚持做好各项技术资料的记录和积累归档工作

认真做好施工日志，隐蔽工程记录、填报工程完成量，办理预算外工料签订单。做好质量事故处理记录，做好设计修改变更；做好混凝土砂浆试块的试验，并保存试验报告，做好质量三检记录，以方便工程交接验收、工程决算和质量评定的顺利进行。

(五) 做好施工人员的工作

工长除了要以身作则，身教胜于言教以外，还要随时随地的关心职工的思想、生活，作职工的贴心人，及时地为职工解决实际困难，协调好施工现场的人际关系，最大限度地调动职工的生产积极性，圆满地完成施工任务。

第二章 电力安装工长的知识储备

根据电力工长的任职条件，电力工长必须有一定的知识储备，方能对电力设施安装工程从容应对，只要具有了够用的知识垫底，才能够科学、合理地策划和组织工程施工，因而，本章以够用为原则，只选编了有关电力的基础知识和专业知识两节，其余电力理论知识本章不再赘述。

第一节 基础知识

一、电流

1. 电流的定义

电荷在导体中作有规则的运动叫电流，在电场力的作用下，金属导体或电解质中的带电粒子按一定的规律运动，便形成了电流；通常我们把正电荷的运动方向作为电流方向。

2. 直流电流

直流电流也称为恒定电流，是指其大小及方向不随时间变化的电流，也简称为直流。能提供直流的电源有直流发电机、硅整流电源、可控硅整流电源、蓄电池、干电池等，还包括各种可充电电池。

3. 交流电流

交流电流也称为交变电流，是指其大小及方向随时间作周期性变化的电流。通常所指的交流电是正弦交流电，即随时间按正弦规律变化的交变电流。能提供交流电源主要是发电厂的交流发电机，各电压等级的供电网所提供的都是正弦交流电，当然现在市场上有一种用于汽车上的电源逆变器，是把汽车的 24V 的直流电转换成 220V 的交流电，以方便使用。

交流电的优点是可以使用变压器来改变电压，以满足输电、供电及用电设备对电压等级的不同需求。

二、电路、电路的几种状态

1. 什么是电路

电路即电流流经的路径，它是由电源、负荷、连接导线和开关电器等组成。如图 2-1 所示为最基本的电路。负荷、连接导线、开关组成了外电路，而电源内部组成了内电路。

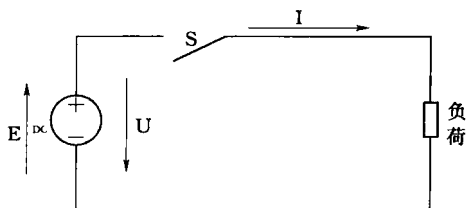


图 2-1 简单电路



当开关闭合时，负荷中有电流流过，负荷处于工作状态，此时称为接通电路。当开关断开时，电路中电流消失，负荷停止工作，称为断开电路。

2. 电路的几种状态

(1) 通路，即开关闭合，负荷中有电流流过。

在通路状态下，根据所接负荷的大小，分为满负荷、轻负荷和过负荷 3 种情况。负荷在额定功率下工作，称为满负荷；低于额定功率工作，称为轻负荷；高于额定功率的工作状态，称为过负荷。一般情况下不允许过负荷运行。

(2) 短路，当电源或负荷的两端被导线直接连通，此时的断路呈短路状态。短路时电路中的电流会远远超过正常值，可能造成电气设备过热，甚至烧毁，严重时会引起火灾。同时，过大的短路电流将会产生很大的电动力，使电气设备受到冲击而损坏。

(3) 断路，当电路中的开关断开或因电路某一处发生断线，此时的电路无法工作，称为断路状态。此时电路中无电流，负荷不运行。

三、电流强度、电流密度和电流的热效应

1. 电流强度

用来表示电流大小的物理量称为电流强度，简称电流。其数值等于单位时间内通过导体横截面的电荷量 Q ，通常用 I 表示，即

$$I = \frac{Q}{t}$$

式中 Q ——电荷量，C；

t ——时间，s；

I ——电流强度，A。

在实际工作中电流的单位还有 kA，mA， μ A，它们之间的变换关系为：

$$1\text{kA} = 10^3\text{A}$$

$$1\text{A} = 10^3\text{mA}$$

$$1\text{mA} = 10^3\mu\text{A}$$

2. 电流密度

通过导体横截面 S 上单位面积的电流 I 大小叫做电流密度 J ，用公式 $J = \frac{I}{S}$ 表示，单位是 A/mm^2 。

3. 电流的热效应

当电流流过导体时，由于导体中有电阻的存在而使导体中的自由电子发生相互碰撞而生成热运动，造成导体发热，此现象称为电流的热效应。热效应的利弊兼而有之，在生产、生活中，利用热效应原理制成的电器比比皆是，像电暖器、电烤箱、电水壶、电熨斗等，为我们的生活提供了种种便利；但是电流的热效应也会对电气设备产生不良作用，例如变压器、电动机等设备，会由于热效应而致使其温度升高，引起设备绝缘劣化不利于设备的安全运行。

在导体中如果电能完全转化成热能，那么在一段时间内电流的热效应公式为：



$$Q = 0.24 I^2 R t$$

式中 I ——导体中通过的电流, A;

R ——导体的电阻, Ω ;

t ——电流通过导体的时间, s;

0.24——功热当量, cal/J;

Q ——导体产生的热量, cal。

四、电阻、感抗、容抗和阻抗

1. 电阻

电阻是反映导体对电流阻碍作用大小的物理量。它与导体的材料、长短、粗细有关, 这种关系称为电阻定律, 可用公式表示为

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

式中 ρ ——电阻率, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$;

l ——导体长度, m;

s ——导体横截面积, mm^2 ;

R ——导体电阻, Ω 。

电阻的基本单位是 Ω , 还有 $\text{k}\Omega$, $\text{M}\Omega$, 它们之间的关系是:

$$1 \text{ M}\Omega = 10^3 \text{ k}\Omega = 10^6 \Omega$$

2. 感抗

感抗是用来表示电感线圈对交流电流的阻碍作用的物理量。它和交流电流的频率 f 和线圈自身的电感 L 成正比。这是因为频率越高, 电流变化率越大, 在线圈上产生的感应电压越高, 电感越大, 感应电压也越高, 感应电压对电流的阻碍作用与电阻相似, 这既称为线圈的感抗。

反之, 频率越低或电感越小, 感抗也就越小。对于直流电路而言, 其频率为零, 所以感抗也为零, 感抗的这种作用可以概括为“短直流、阻交流”。在电力系统中我们利用高压架空线路来进行载波通信, 既是利用电感线圈对高频交流电的阻碍作用制成的阻波器线圈。

感抗与频率 f 、电感 L 的关系式为

$$X_L = 2\pi fL$$

式中 X_L ——感抗, Ω ;

f ——频率, Hz;

L ——电感, H (亨利, 简称亨); 电感单位的变换, $1\text{H} = 10^3\text{mH}$ 。

3. 容抗

在具有电容的交流电路中, 电容在电源电压的作用下产生充、放电电流, 电容对充、放电电流的阻碍作用叫做容抗。容抗的大小取决于电容量 C 和频率 f , 并和它们成反比关系, 即:

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

式中 f ——交流电的频率, Hz;



C ——电容量, F;

X_C ——容抗, Ω 。

电容量的单位换算: $1\text{F}=10^6\mu\text{F}$ (微法) $=10^{12}\text{pF}$ (微微法, 也可写作 $\mu\mu\text{F}$)。

当 f 为零时, 容抗 X_C 为无穷大, 在直流电路中电容相当于开路, 即隔直流作用。而当 f 趋近于无穷大时, 容抗趋近于零, 表明在极高频率下, 容抗相当于短路。概括地说, 电容器在电路中既能隔直流、又能通交流; 阻波电容器既是利用了这一原理, 在载波通信中发挥着作用。

4. 阻抗

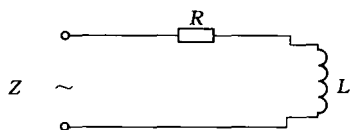


图 2-2 $R-L$ 电路

电流通过同时具有电阻、电感、电容 (两元件及以上) 的电路时受到阻碍作用, 称为阻抗, 用 Z 表示, 单位为 Ω 。

(1) $R-L$ 串联电路, 如图 2-2 所示。

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

(2) $R-C$ 串联电路, 如图 2-3 所示。

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

(3) $R-L-C$ 串联电路, 如图 2-4 所示。

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

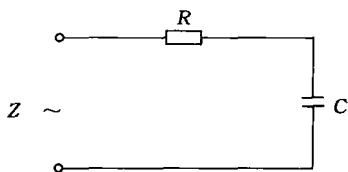


图 2-3 $R-C$ 电路

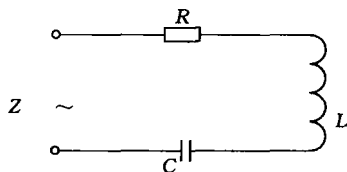


图 2-4 $R-L-C$ 电路

五、电位、电动势和电压

1. 电位

在电场中某点的电位, 在数值上等于电场力把单位正电荷从该点移到无限远的过程中所做的功, 单位为 V。

$$\varphi = \frac{A}{q}$$

式中 A ——电功, J;

q ——电荷量, C;

φ ——电位, V。

2. 电动势

电源力把单位正电荷从低电位移至高电位所做的功称为电源的电动势, 它的作用是产生并维持在电源正负极之间的电位差, 电动势常用 E 来表示, 单位是 V。

$$E = \frac{A}{q}$$



式中 A ——电功, J;
 q ——电荷量, C;
 E ——电动势, V。

3. 电压

在电场或电路中任意两个点间的电位之差称为电压, 用符号 U 表示, 单位为 V, 表达式为:

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b$$

式中 φ_a —— a 点电位, V;
 φ_b —— b 点电位, V;
 U_{ab} —— a 、 b 两点间的电位差 (电压)。

实用单位还有 kV、MV, 它们之间的关系为:

$$1\text{kV} = 10^3\text{V} = 10^6\text{MV}$$

六、电功、电功率、有功功率、无功功率、视在功率和功率因数

1. 电功

在直流电路中电流所做的功称为电功, 用 A 表示, 单位为 J。电功的大小与电路中的电压、电流及通电时间有关, 用公式表示为

$$A = UI t = I^2 R t$$

式中 U ——电路两端的电压, V;
 I ——电路中的电流, A;
 R ——电路中的电阻, Ω ;
 t ——通电时间, s;
 A ——电功, J。

实用中, 电功和电能的单位为 kWh, $1\text{kWh} = 3.6\text{MJ} = 3.6 \times 10^6\text{J}$ 。电能表所计量的电量单位即为 kWh, 俗称“度”。

2. 电功率

电功率是电流在单位时间内所做的功, 用公式表示为:

$$P = \frac{A}{t} = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

式中 A ——电功, J;
 t ——作功的时间, s;
 U ——电压, V;
 I ——电流, A;
 R ——电阻, Ω ;
 P ——功率, W。

电功率的实用单位为 W, 还有 kW、MW, 它们之间的关系为: $1\text{MW} = 10^3\text{kW} = 10^6\text{W}$ 。

3. 有功功率

在正弦交流电路中, 瞬时功率在一个周期内的平均功率称为有功功率, 即为从电源吸