

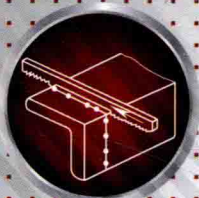
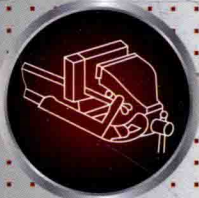
杨建新 主编



电工工长

DIANGONG
GONGZHANG
SHOUCE

手册



化学工业出版社

杨建新 主编

许乔宝 张 颖 副主编

李金伴 主审



电 工 工 长

DIANGONG
GONGZHANG
SHOUCE

手册



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电工工长手册/杨建新主编. —北京: 化学工业出版社, 2015. 8

ISBN 978-7-122-24306-5

I. ①电… II. ①杨… III. ①建筑工程-电工-技术手册 IV. ①TU85-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 129913 号

责任编辑: 高墨荣

文字编辑: 徐卿华

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市瞰发装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 22¼ 字数 583 千字 2015 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 68.00 元

版权所有 违者必究

电工作业属于特种作业，施工技术实践性强，涉及专业知识面广，要求从业人员既要具备扎实的基础理论知识，又要有丰富的实践经验。电气工程的现场施工，大多数是在工长的带领下，多人分工配合、集体协作才能完成。电工工长既是一个现场劳动者，也是一个基层管理者。他们的管理能力、操作技术水平、安全意识，直接关系到施工现场的工程施工质量、进度、成本、安全以及工程项目的按期完成。为满足广大电工工长学习提高的需要，方便他们在工作中及时查阅相关施工技术参考要求，我们组织人员精心编写了本书。

本书根据电气工程施工特点，结合操作技能要求，详细介绍了作为电工工长所需要的基础知识与必备的操作技能，内容包含电工工长的职能、必备基础及安全操作技能、电工识图、常用工具仪表材料的使用方法、电气施工现场的管理及电路的敷设、强（弱）电设备安装等共十二章。本书内容实用、操作性强、图文并茂、通俗易懂、方便查阅。

本书由杨建新主编，许乔宝、张颖担任副主编，江苏省海安中等专业学校鲍梅，江苏大学机电培训学院叶益民、孙劲、朱洁、胡旭、陈建华，江苏大学图书馆赵伟宾，江苏科技大学高国银，南京财经大学赵永军参加编写。全书由李金伴担任主审。

本书在编写过程中，得到了江苏大学基础工程训练基地王维新、马伟民、张应龙、曾艳明、马鹏飞、顾佩兰、李美兰、汪光远，张松生、杨宁川的精心指导和热情帮助，提出了许多宝贵的意见。同时，本书还借鉴了同行优秀的教材及著作，在此向他们一并表示感谢。

由于编者水平所限，书中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

第一章 电工工长必备基础**1**

一、电工工长的职能	1
1. 电工职业道德、岗位安全职责和从业条件	1
2. 施工现场电工的基本要求和职责	2
3. 电工工长的基本要求	2
4. 电工工长的责权	3
5. 电气施工的一般程序	4
二、电工工长必备知识	5
1. 电路基础知识	5
2. 电工识图	10
3. 常用工具、仪表使用	15
三、安全作业常识	23
1. 电工基本安全知识	23
2. 安全防护技术措施	25
3. 施工现场防火与防爆	29
4. 触电急救常识	32

第二章 电气施工工程管理**36**

一、电气施工管理	36
1. 施工前的准备	36
2. 施工计划管理	37
3. 施工过程管理与协调	38
二、电气施工技术、质量管理	38
1. 施工技术管理	38
2. 施工质量管理	41
三、电气施工安全管理	43
1. 施工安全管理组织及安全管理责任制	43
2. 施工安全技术要求	44
四、临时用电现场管理	46
1. 临时用电的安全策划	46
2. 施工组织设计	48
3. 电气施工各项管理制度和技术措施	51

第三章 电工安装基本技能**54**

一、钳工基本操作技能	54
------------	----

1. 錾削、锯割、锉削	54
2. 钻、铰孔	57
3. 攻、套螺纹	61
二、导线的连接技能	64
1. 连接的技术要求	64
2. 导线绝缘层的剥削与恢复	65
3. 导线的连接及封端	68
4. 导线头与接线桩的连接	75
三、电路故障检修基本技能	76
1. 电工的登高技能	76
2. 吊装技能	78
3. 配电线路故障检修	84
4. 照明电路故障检修	84

第四章 架空电力线路的安装

89

一、线杆的架设	89
1. 开挖电杆坑、拉线坑	89
2. 电杆的组装	92
3. 立杆	99
4. 拉线的安装	100
二、架空线路的安装	104
1. 导线架设	104
2. 紧线与固定	106
3. 架空接户线	111
三、架空线路的故障处理	114

第五章 变压器、箱式变电所的安装及检验

117

一、安装准备	117
1. 安装的组织准备工作	117
2. 变压器	118
二、变压器的安装	122
1. 变压器的检查、干燥及油处理	122
2. 变压器安装工艺	124
3. 变压器安装常见问题与处理	131
4. 变压器的交接检验	134
三、箱式变电所的安装	135
1. 安装基础的施工	135
2. 箱式变电所的接线与交接检验	137
3. 箱式变电所交接试验时发现问题的分析与处理	139

第六章 配电柜、控制柜、配电箱的安装

141

一、成套配电柜的安装	141
------------------	-----

1. 成套配电柜的分类	141
2. 进场验收和安装的质量要求	143
3. 成套配电柜的安装	145
4. 成套配电柜的交接试验	149
二、控制柜的安装	150
1. 控制柜的安装、配线	150
2. 控制柜的试验	153
三、配电箱的安装	155
1. 配电箱（盘）的分类与选择	155
2. 配电箱（盘）安装与调试	157

第七章 母线的安装及调试

161

一、硬母线的安装	161
1. 支架、绝缘子、安全穿墙管（板）的安装	161
2. 母线的矫正、切割与弯曲	165
3. 硬母线的连接加工	167
4. 硬母线的安装技术要求	170
5. 硬母线安装完工检查、试验及验收项目	171
二、软母线的安装	172
1. 软母线安装的施工	172
2. 软母线安装施工的风险预测及控制措施	174
三、封闭、插接母线的安装	174
1. 母线支架制作安装	174
2. 封闭、插接母线的安装	177
3. 母线的安装接地与接零	180
4. 母线的相序排列及涂色	180
5. 封闭插接母线检验试运行	181

第八章 电力电缆的安装及调试

182

一、电缆敷设方式及技术要求	182
1. 电缆的选择	182
2. 电缆敷设方式和敷设要求	188
3. 电缆安装前的准备	190
二、电力电缆的敷设	193
1. 电缆敷设施工	193
2. 地下直埋电缆敷设法	196
3. 电缆沟或电缆隧道内敷设法	200
4. 电缆管内、槽架内、电气竖井内敷设	205
5. 沿建筑物明敷设	210
三、电力电缆终端头制作	211
1. 干包电缆头的制作	211
2. 交联电力电缆热缩型护套终端头的制作	215

3. 电缆中间接头的制作	216
--------------------	-----

第九章 电气照明工程的安装	221
----------------------	------------

一、室内电气布线	221
1. 室内布线的基本要求	221
2. 室内布线方式	222
3. 硬管布线	222
4. 半硬塑料管	228
5. 线槽布线	230
二、普通灯具安装	231
1. 灯具质量检查	231
2. 灯具的安装	234
三、建筑物景观照明灯、庭院灯的安装	240
四、开关、插座的安全	242
1. 材料的质量要求	242
2. 照明开关的安装	247
3. 插座的安装	249

第十章 弱电系统的安装	252
--------------------	------------

一、火灾自动报警系统的安装	252
1. 火灾自动报警系统	252
2. 火灾探测器、报警控制器的安装	254
3. 火灾报警系统的调试	258
二、通信网络系统的安装	259
1. 卫星电视接收天线的安装	259
2. 有线电视室内布线	265
3. 室内电话线路的安装	270
三、视频监控系统的安装	275
1. 视频监控系统的组成	275
2. 电缆的选型与敷设	276
3. 摄像机的安装	276
4. 监控系统的调试	280
四、综合布线	281
1. 综合布线系统	281
2. 综合布线系统的传输介质	283
3. 综合布线施工与检验	285

第十一章 电气施工质量控制	289
----------------------	------------

一、架空线安装的质量控制	289
1. 主控制项目质量要求	289
2. 一般项目质量要求	289
二、变压器、箱式变电所安装的质量控制	290

1. 主控制项目质量要求	290
2. 一般项目质量要求	291
三、电缆敷设质量控制	291
1. 主控制项目质量要求	291
2. 一般项目质量要求	292
四、室内配线工程质量控制	294
1. 主控制项目质量要求	294
2. 一般项目质量要求	295
五、母线安装工程质量控制	298
1. 主控制项目质量要求	298
2. 一般项目质量要求	299
六、电气安装工程质量控制	300
1. 主控制项目质量要求	300
2. 一般项目质量要求	302
七、电气照明器具安装工程质量控制	304
1. 主控制项目质量要求	304
2. 一般项目质量要求	307
第十二章 电工工程工料计算	310
一、电气工程费用预算	310
1. 电气工程费用组成	310
2. 直接工程费和间接费的组成及计算	311
二、电气工程施工定额	313
1. 预算定额的编制	313
2. 预算定额册说明	314
三、工程量计算	315
1. 工程量计算的一般原则	315
2. 工程量的计算规则	316
四、施工预算与施工图预算	321
1. 施工预算的编制方法	321
2. 施工图预算的编制方法和步骤	322
五、竣工结算与审核	324
1. 竣工结算	324
2. 施工图预（结）算的审核	326
附录一 常用电工计量单位	329
附录二 常用计算公式	332
附录三 常用电气图形符号、文字符号、标注格式	339
参考文献	347

第一章

电工工长必备基础

电气工程的现场施工，大多数是在电工工长的带领下，多人分工配合、集体协作才能完成的，因此电工工长的管理能力、操作技术水平、安全意识，直接关系到施工现场的工程质量、进度、成本、安全以及工程项目的按期完成。所以说，电工工长既是一个现场劳动者，也是一个基层管理者，电气工程施工现场的核心。

一、电工工长的职能

1. 电工职业道德、岗位安全职责和从业条件（表 1-1）

表 1-1 电工职业道德、岗位安全职责和从业条件

岗位要求		说 明
电工职业道德	电工职业道德概念	职业道德概括地讲，就是对所从事的职业负责。电工的职业道德最基本的要求就是工作必须按照国家对电气作业颁布的标准、规程及规范进行，符合质量规程，使用户满意，对用户高度负责
	电工职业道德规范	主要包括以下几个方面： ①忠于职业责任； ②遵守职业纪律； ③交流电工专业技术和安全操作技术； ④团结协作
	职业道德要求	具体地讲就是：必须具有良好的敬业精神；对技术要精益求精，对质量要一丝不苟，终身负责；对同行要尊敬团结，相互学习，取长补短，虚心求教，不要不懂装懂；作业时要干净利索，坚固漂亮，有条有理，安全可靠，正确无误，严禁违章作业；作业后要清理现场，检查确无不妥，使现场干净整洁，不妨碍他人，不妨碍运行
电工岗位安全职责		为保证正常的生产和工作，保证电工作业的安全，减少触电伤亡事故和运行事故的发生，电工作业人员应该做到以下几点： ①严格遵守各项规章制度，遵守劳动纪律； ②努力学好电工的专业技术和安全操作技术，提高预防事故和职业危害的能力； ③正确使用和保管各种安全防护用具及劳动保护用品； ④积极采纳有利于安全作业的意见，对违章指挥作业的，应及时予以指出，必要时向有关部门报告； ⑤认真执行本单位、本部门为所在岗位制定的岗位职责
从事电工作业应当具备的条件		①经医师鉴定身体健康，无妨碍从事电气工作的病症（如心脏病、神经病、癫痫病、色盲等）； ②熟练掌握触电急救方法； ③具备相应工种的安全技术知识，参加国家规定的安全技术理论和实际操作培训考核，并且成绩合格，取得《特种作业操作证》

2. 施工现场电工的基本要求和职责

1) 施工现场电气工作人员的基本要求

(1) 各类电气工作人员必须掌握安全用电的基本知识和所用机械、电气设备的性能,熟悉《施工现场临时用电安全技术规范》。

(2) 从事安装、维修或拆除临时用电工程作业人员必须符合国家标准 CB 5306《特种作业人员安全技术考核管理规则》中的规定,并持有有效期内技术考核合格证件,方能从事电气作业。

(3) 电工等级应同临时用电工程的技术难易程度和复杂性相适应。对于需要高等级电工完成的工作不宜指派低等级电工去做。

(4) 各类电气工作人员要有“六性”,具体见表 1-2。

表 1-2 电气工作人员“六性”要求

“六性”	说 明
责任性	电气安全直接关系到人员的生命,是关系到生产、生活能否正常进行的大问题。每个从事电气工作人员要以高度的安全责任性和对人极端负责的精神,杜绝冒险操作,坚持做到“装得安全,拆得彻底,修得及时,用得正确”的要求
协作性	电气作业往往是几个人同时进行,或一人作业牵涉到其他人员,这就需要作业人员有较强集体意识、他人意识、团结互助、互相监督、服从统一指挥,防止事故的发生
严肃性	电气安全制度是广大电气作业人员经过长期实践经验的总结,是许多人用生命和血的代价换来的教训,电气作业人员必须老老实实地遵守它,维护它,完善它,同时还要和违反制度的现象作斗争
规律性	触电事故往往是突然发生的,似乎是不可捉摸的。其实触电事故是有一定的规律性的,只要注意各类触电事故发生的特点,分析事故的原因,就可以从中找出季节性、遵章守纪性、安全技术措施缺陷性等规律,不断加以总结,防止同类事故的发生
及时性	消除隐患是用电安全的重要保证。消除隐患要突出一个“勤”字,勤检查、勤保养、勤维修、勤宣传。要主动找问题,主动反映情况,主动协助领导处理问题。对于检查出的用电安全隐患,切实做到“三定”,即定人员,定措施,定期限,及时、正确地完成整改工作
主动性	电气操作是一项较为复杂的专门技术,在电气操作时,又会与周围的环境与事物发生密切的联系。作为一个电气作业人员不仅要懂得电气安全知识,还要知道与电气有关的安全知识,比如电气登高作业、防止电气火灾、触电抢救等相关知识。只有在掌握了电气技术专门知识和相关其他知识的基础上,才能在各种复杂的情况下判断和预防事故,即使发生事故也能正确、及时地处理事故,真正做到防患于未然

2) 施工现场电气工作人员的主要职责

- (1) 编制施工现场临时用电施工组织设计指导安全施工。
- (2) 对已编制的临时用电施工组织设计进行审核,并报主管部门或技术负责人审批。
- (3) 必须严格按已经批准的临时用电施工组织设计和技术交底实施,杜绝随意性。
- (4) 维修电气必须严格按安全操作规程作业,必要时指派相关人员进行现场监护。
- (5) 定期组织或参加施工现场的电气安全检查活动,发现问题及时解决。
- (6) 对新安装的电气设备和用电机械要一丝不苟地按验收标准进行技术、安全验收。
- (7) 对使用中的电气设备要按有关技术标准进行定期测定,并做好有关测定记录。
- (8) 建立健全施工现场临时用电的安全技术档案,档案内容齐全、准确反映施工过程中的用电安全情况。
- (9) 协助领导或参与事故分析,找出薄弱环节。采取针对性措施,预防同类事故的再次发生。

3. 电工工长的基本要求

工长是施工现场最直接的领导者、组织者和指挥者。施工中各项经济技术指标的完成情况

都与工长有着密切的关系,因此工长应该具有一定的专业技术知识,应熟悉施工程序,并应具有较好的组织能力。

1) 专业技术要求

电气工长应掌握相当于中专水平的电工学基础理论,具有电力拖动与自动控制的基本知识,了解常用仪器、仪表及检测、调试方法,熟悉照明、动力、变配电等电气工程的基本知识,熟悉常用电气材料、高低压电器的种类、规格、性能及选用原则,熟练掌握安全用电及施工现场临时用电的安全技术规范。

2) 技术能力要求

电气工长应能熟练阅读和准确地理解工业与民用建筑内的电力系统图、电力平面图、照明系统图、照明平面图、平面与剖面布置图、二次线原理图及接线图。熟悉照明、动力、变配电等电气工程的施工程序及有关国家标准、施工验收规范及质量检验、评定标准。具有施工技术资料、交工资料、竣工资料的编写、收集及整理、归档的能力,能进行一般电气设备试运转工作的指导和监督。

4. 电工工长的责权

电工工长是电气施工现场的最直接的领导者、组织者和指挥者。

1) 电工工长的主要职责(表 1-3)

表 1-3 电工工长的主要职责

主要职责	说 明
班组工作	① 在上级行政领导下,负责贯彻执行相关的方针、政策、法令、决议、指示、规章制度等,并组织领导本班组的生、技术、学习、政治思想、行政生活以及班组经济核算等各项工作; ② 贯彻执行电气施工工程定包经济责任制,认真签订定包合同,及时检查定包经济责任制执行中的情况; ③ 参加有关工程的合同、协议的签订、图纸会审、一般工程施工方案的编制、资料审定及有关会议等; ④ 检查所属班组学习先进经验、先进技术和新的施工作业方法,并组织班组开展技术挖潜、革新、改造和推广新技术的活动; ⑤ 组织所属班组进行图纸、技术资料、施工方案、各项施工技术组织措施的学习,组织进行任务交底、技术交底、质量安全措施交底等工作; ⑥ 组织设备的开箱检查工作,并作详细的检查记录,认真查验安装材料的合格证明和加工件的规格、尺寸、精度、质量等
施工现场	① 负责所属施工现场的平面布置规划,如临时设施的搭建、作业场地、材料堆放、机具布置、道路等,以及照明、安全措施、执勤、保卫以及人员的食宿安排; ② 检查施工现场的安装设备、材料、加工件的领用、采购、保管、使用、保养、维修等情况,发现问题及时处理或上报队处理
任务计划	① 参与或具体负责编制施工预算、季度计划、月旬作业进度计划、施工方案或施工组织、措施、劳动用工计划、机具计划、安全防护设施计划以及特殊劳保用品计划等; ② 及时签发施工任务书,掌握劳动用工、材料消耗定额,分析成本升降情况,编制工程月报
安全质量	① 监督检查安全操作规程、施工方案和施工技术组织措施的执行情况,督促班组按时进行工程自检、班组互检; ② 进行技术复核和隐蔽工程验收,分部分项和单位工程质量评定工作,组织质量安全检查,召开质量安全专题会议,分析处理质量安全事故,并填写事故报告
档案收集	收集整理各项施工原始记录和资料,按单位工程分档立卷,并具体负责交工验收工作,整理交工验收的技术资料

2) 电工工长的权力

(1) 相对固定在班组内的劳动力、材料、机具设备等必须经工长同意,方可调动。

(2) 已经确定的施工方案和技术措施, 未经工长同意不得随意变更。

(3) 班组成员的病事假必须经工长同意, 方能履行请假手续; 考勤、任务单, 必须经工长签字方能计发工资和奖金。

(4) 对于个别领导不符合政策的行为和做法, 有提意见以至向上级申诉的权力。

(5) 对不服从领导、不听从指挥, 违犯劳动纪律、违犯操作规程、屡教不改者, 工长有权进行制止或报请上级批准停止其工作。

5. 电气施工的一般程序

电气安装工程的全部施工过程及各个阶段的主要任务见表 1-4。

表 1-4 电气施工的一般程序

阶段		主要工作
接受任务		在开始接受任务时, 先签订初步协议。初步协议的主要内容为与工程有关的要求和条件, 即: 工程批准文号、工期要求、图纸、设备、材料、供应日期、经济费用估算等。协议签订后, 建设单位向施工单位提供所需要的图纸、设备说明书, 施工单位根据图纸及说明书着手编制施工图预算, 计算工程总造价, 作为正式签订合同的依据
编制施工组织设计或施工方案		编制施工组织设计或施工方案时, 应根据工程需要, 考虑暂设工程、施工用水、用电、道路的修筑、材料设备的仓库及施工方法、工程总进度要求, 同时考虑劳动力、施工机械、主要材料的需要量, 并列计划图表
编制施工图预算和施工预算		预算部门根据工程图纸及施工方法、《电气工程预算定额》等资料, 编制出施工图预算, 计算工程造价, 经建设单位及建设银行审查后, 即作为签订合同的依据。 签订合同后, 各施工工长对所承担的任务编制施工预算, 作为向工人班组进行内部承包的依据
现场准备	对现场设备的清点 and 检查	首先对进场的设备进行数量清点, 同时校对型号、规格是否与设计相符, 并对设备进行检查, 包括外观检查、解体检查及电气性能检验
	对土建工程及设备基础的验收	要求土建工程所做的预留孔洞符合设计尺寸, 盘、柜、设备基础应有交接验收合格的证明
	施工机具的准备	各种施工机具必须运至现场, 并经过检查试运, 具备使用条件
	主要材料和消耗材料的准备	对已进场的材料进行清点和检查, 有些材料应进行必要的电气性能试验, 确认合格方准许使用。为保证工程连续施工, 进场材料应有适当的储备
开工报告		在正式施工以前, 需要提出开工报告, 经主管部门批准后才能正式开工。 开工报告要具备: ① 图纸齐全; ② 合同已签订; ③ 施工图预算与施工预算已编制完善; ④ 暂设工程已建妥, 对于劳动力、材料、施工机具、运输等计划已基本落实, 道路畅通, 通电、通水, 场地平整, 施工不受影响
施工阶段		① 前期与土建工程的配合阶段, 要按要求将需要预留的孔、洞、预埋件等设置好; 设备的进线管也应按设计要求设置好; 基础槽钢、地脚螺栓也应保证位置准确, 标高误差合乎要求。 ② 各类线路的敷设应按图纸施工, 并合乎验收规范的各项要求。 ③ 所有电气设备均应该按设计要求进行安装、接线, 并按规程要求进行有关的试验, 提出相应的试验记录和报告。 ④ 试运: 对安装好的电气设备, 在移交给建设单位以前, 应按规定单独或配合机械设备进行单体试运或联动试运。试运分无负荷及带负荷试运。试运合格以后, 由建设单位、施工单位双方签字作为交工验收的资料
办理竣、交工手续和决算		经试运符合要求以后, 施工单位按照施工图和施工验收规范, 提出竣、交工资料, 及时办理交工手续, 编制工程决算。 交工时必须将隐蔽工程记录、质量检查记录、试运记录等资料交建设单位存档

二、电工工长必备知识

1. 电路基础知识

1) 直流电路

直流电路的三种基本状态如表 1-5 所示。欧姆定律如表 1-6 所示。

表 1-5 直流电路的三种基本状态

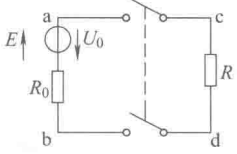
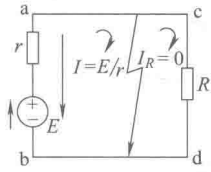
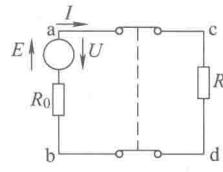
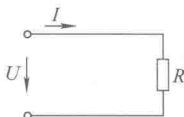
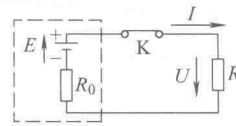
状态	开路	短路	负载
电路图			

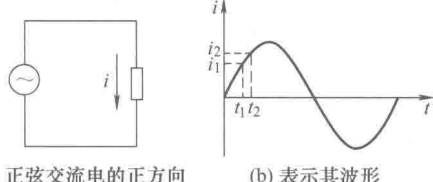
表 1-6 欧姆定律

欧姆定律	一段电路的欧姆定律 $I=U/R$	全电路欧姆定律 $I=U/(R+R_0)$	符号的表示及单位
电路图			I—电流(单位:安培,A) U—电压(单位:伏特,V) R—电阻(单位:欧姆,Ω) R_0—外电阻(单位:欧姆,Ω) E—电动势, $E=U+IR_0$ (单位:伏特,V)
电流	在直流电路中,电动势、电压、电流的大小和方向都不随时间的改变而变化		

2) 交流电路

(1) 单相交流电的说明及优点 (见表 1-7)。

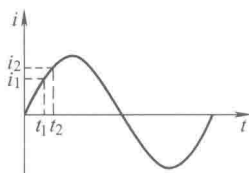
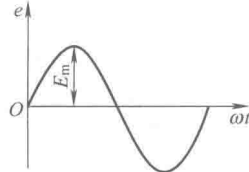
表 1-7 单相交流电的说明及优点

名称	说 明	优 点
单相交流电	在交流电路中,电动势、电压、电流的大小和方向都随时间作周期性的变化。这种大小和方向随时间变化而变化的电叫作交流电。 常用的交流电,其大小和方向随时间按正弦规律变化,叫作正弦交流电,如下图所示:  (a) 正弦交流电的正方向 (b) 表示其波形	对交流电可以利用变压器方便地将电压升高或降低,在进行远距离输电时变换为高电压,可以降低电能损耗,有效地将电能输送到远方;用户用电时变换为较低电压,这样能节省电气设备的投资费用,并保证安全用电。 另外,交流笼型异步电动机结构简单、价格便宜、运行可靠、维护方便,广泛应用于工农业生产中作为动力,完成电力拖动任务。 照明、动力、电热等用电设备几乎都采用交流电,即使是某些非用直流电源不可的工业,如电解、电镀、城市交通电车、地铁等也利用整流设备将交流电转变为直流电

(2) 交流电物理量的描述

① 四个物理量的概念如表 1-8 所示。

表 1-8 交流电物理量的描述

物理量	描 述	
瞬时值	交流电在某一瞬时的数值。常用英文的小写字母表示,如电流用 i 、电压用 u 、电动势用 e 等。在波形图中某一点的纵坐标值,表示与横坐标对应时刻的瞬时值。例如图中, t_1 时刻的交流电的瞬时值为 i_1 ; 在 t_2 时刻的交流电瞬时值为 i_2 等	
最大值	交流电的最大瞬时值,称为交流电的最大值。最大值又叫振幅值,常用英文大写字母下角加“m”表示。例如交流电流最大值用 I_m ,交流电压最大值用 U_m ,交流电动势最大值用 E_m 表示。如图中 E_m 即为交流电动势的最大值	
有效值	交流电的瞬时值、最大值,都是指交流电在某一瞬间的数值,它们并不能反映出交流电在电路中的真实效果(如发光、发热等)。交流电的有效值就是从热效应的角度来描述交流电大小的物理量。 将直流电与交流电分别通过同一等值电阻,如果在相等时间内,二者在电阻上产生的热量相等,则此直流电的数值被称为交流电的有效值。也就是说,交流电的有效值,就是与它的热效应相等的直流值。 交流电的有效值常用英文大写字母表示。例如交流电流有效值用 I 、交流电压有效值用 U 、交流电动势有效值用 E 表示	
平均值	交流电正半周期内,其瞬时值的平均数称为交流电的平均值。常用英文字母下角加“p”表示。如 i_p 、 u_p 、 e_p 分别表示交流电流、电压、电动势的平均值	

② 四个物理量之间的关系。瞬时值、最大值、有效值、平均值之间有下列两个主要关系,以交流电流为例:

$$I = \frac{1}{\sqrt{2}} I_m = 0.707 I_m$$

$$I_p = 0.637 I_m$$

式中 I ——交流电流有效值;

I_m ——交流电流最大值;

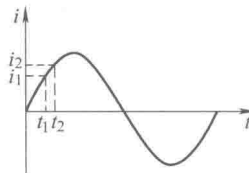
I_p ——交流电流平均值。

从式中可知:正弦交流电有效值等于最大值的 0.707 倍,有效值比最大值小。仪表读出的数值和平时讲的交流电大小通常都是指有效值。在选购设备、器件和工程中需考虑这个因素。

(3) 交流电物理量变化的描述

① 交流电物理量的变化如表 1-9 所示。

表 1-9 交流电物理量变化的描述

物理量	描 述	
周期	交流电变化一次所需要的时间称为交流电的周期。单位是秒(s)。如图所示的正弦交流电,它从零开始随时间增加逐渐增至最大值,然后逐渐减小到零,以后又反向增大到最大值,再逐渐减小回到零,这样整整变化了一周,以后按同样规律循环下去。 交流电每循环一次所需要的时间即为交流电的周期。周期常用符号 T 表示。显然,周期值越小,交流电变化越快,周期值越大,交流电变化越慢	

续表

物理量	描 述
频率	交流电的频率是指 1s 时间内交流电重复变化的次数。用字母 f 表示,单位是赫兹(Hz),简称赫。如果某交流电在 1s 内变化了 50 次,则该交流电的频率就是 50Hz。 比赫兹大的常用单位是千赫(kHz)和兆赫(MHz)。1kHz=10³Hz 1MHz=10⁶Hz。 我国发电厂发出的交流电的频率为 50Hz。这个频率为我国的工业标准频率,简称工频。一般的电力变压器、交流电动机、照明等电气设备都按取用 50Hz 的交流电来进行设计
角频率	交流电由交流发电机发出,从交流发电机原理可知,对于一对磁极的发电机,线圈转一圈(切割磁力线一圈),感应的交流电动势正好是一个周期。每秒线圈转的圈数越多,则交流电循环变化的次数越多,也就是交流电变化得越快。所以用每秒发电机线圈转过的角度也可来反映交流电变化的快慢。 角频率就是交流电每秒内变化的角度,常用 ω 来表示。这里的角度常用对应的弧度表示。因此角频率 ω 的单位是 rad/s(弧度/秒)。 一个圆周的弧度为 2π,相当于角度 360°,所以弧度与角度之间的换算关系为 $2\pi=360^\circ$或 $\pi=180^\circ$。例如,$\pi/2$ 弧度即为 90°;$\pi/6$ 弧度即为 30°等

② 物理量之间的主要关系。

a. 交流电的频率和周期之间是互为倒数关系:

$$T=\frac{1}{f}\text{或}f=\frac{1}{T}$$

b. 交流电的频率与角频率之间存在下列关系:

$$\omega=2\pi f\text{或}f=\frac{\omega}{2\pi}$$

式中 ω ——交流电的角频率, rad/s;

f ——交流电的频率, Hz;

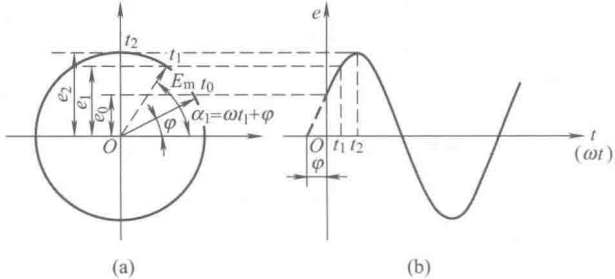
π ——圆周率 (取 $\pi=3.14$)。

(4) 表示正弦交流电的方法 (见表 1-10)

表 1-10 正弦交流电的表示法

表示法	说 明
解析式 表示法	用数学式子来表示正弦交流电,例如正弦交流电流的数学式子表示为
	$i=I_m\sin(\omega t+\varphi)$
	式中 i ——正弦交流电流的瞬时值;
	I_m ——正弦交流电流的最大值;
	ω ——正弦交流电流的角频率;
	φ ——正弦交流电流的初相角,即正弦交流电开始瞬间($t=0$)时的相位角;
	$\omega t+\varphi$ ——正弦交流电的相位。
	在上式中,如果知道了交流电的最大值 I_m 、角频率 ω 、初相角 φ ,就可以计算出不同时间 t 时的交流电瞬时值 i ,从而可画出该交流电的波形。所以把正弦交流电的最大值、角频率、初相角称为交流电的三要素。
	两个交流电相位之差称为这两个交流电的相位差。
	例如有两个正弦交流电流: $i_1=I_{1m}\sin(\omega t+\varphi_1)$; $i_2=I_{2m}\sin(\omega t+\varphi_2)$ 。这两相交流电流角频率相同,初相角不同,则这两个交流电流 i_1 与 i_2 的相位差为 $\varphi_1-\varphi_2$; i_2 与 i_1 的相位差为 $\varphi_2-\varphi_1$ 。
	在比较两个正弦交流电相位差时,必须注意两点:一是两个正弦交流电必须角频率(频率)相同,否则无法比较相位差;二是交流电 A 与交流电 B 的相位差,是将交流电 A 的初相角减交流电 B 的初相角;交流电 B 与交流电 A 的相位差是将交流电 B 的初相角减交流电 A 的初相角。假如减后得到的是负值,则表示该交流电相位上落后于另一交流电。
	例如, i_1 与 i_2 的相位差为 $\varphi_1-\varphi_2=30^\circ-60^\circ=-30^\circ$,这表示正弦交流电流 i_1 相位上落后正弦交流电流 i_2 30°

续表

表示法	说 明
矢量图表示法	用一个在直角坐标中绕原点不断旋转的矢量来表示正弦交流电的方法。下面以正弦交流电动势为例来叙述用旋转矢量表示的方法。 假如正弦交流电动势 $e = E_m \sin(\omega t + \varphi)$, 用旋转矢量表示的方法为: 过直角坐标的原点“O”作一个矢量 E_m, 如图(a)所示。用矢量的长度表示电动势的最大值 E_m, 矢量与横轴之间的夹角表示电动势的初相角 φ, 这个矢量以角频率 ω 绕原点“O”作逆时针方向旋转。 旋转矢量于任何时刻在纵轴上的投影, 就等于正弦交流电在该时刻的瞬时值, 如图(b)所示。  从图中可看到: 在 $t=0$ 时, 旋转矢量在纵轴上的投影 $e = E_m \sin\varphi$ 为起始时刻的瞬时值。经过时间 t_1 后, 旋转矢量与纵轴的夹角为 $\omega t_1 + \varphi$, 它在纵轴上的投影 $e = E_m \sin(\omega t_1 + \varphi)$, 即为 t_1 时刻交流电动势 e 的瞬时值。 在实际应用旋转矢量对交流电路进行分析计算时, 常将几个同频率的正弦交流电画在同一矢量图中, 由于所有矢量都以同一角速度旋转, 所以它们的相对位置保持不变, 也即各矢量之间的夹角始终等于它们的相位差。在矢量图上不标出角频率, 而且实际应用的矢量图通常按初相角和有效值画出。矢量的长度表示有效值, 有时在解决实际问题时较方便。

(5) 单相交流电路的组成和说明 (见表 1-11)

表 1-11 单相交流电路的组成和说明

组 成	说 明
交流电源	产生交流电的装置, 交流发电机将机械能转换为电能, 向负载供电。在电源的正弦交变电动势作用下, 闭合电路就产生正弦交流电流
负载	电阻 仅仅具有电阻的负载(如电灯、电阻炉等), 在交流电路和直流电路中的作用一样, 都是起着限制电流的作用; 并把从电源取用的电能转换为热能
	电感 如果负载是有线圈的(如电动机的线圈、日光灯的镇流器等), 在直流电路和交流电路中的作用就很大不同。在直流电路中, 线圈虽然有电感, 但是由于电流不随时间变化, 不会产生自感电动势, 影响电路电流的只是线圈中的电阻。而在交流电路中, 因为电流时刻在变化, 在线圈中始终有自感电动势产生, 它反抗电流的变化
	电容 电容在直流和交流电路中的作用也不同。在直流电路中, 电路只在电容接入电路的瞬间有充电电流, 充电完毕后, 电路则处于断路状态。但在交流电路中, 由于电压是时刻在变化, 电容反复不断地进行充电和放电, 在电路中一直有交变电流, 电路总是处在通路状态
连接导线	用来把电源、负载和其他辅助设备连接成一个闭合回路, 起着传输电能的作用。一般由铜或铁制成, 也有用银线所制(导电、导热性好)
辅助设备	用来实现对电路的控制、分配、保护及测量等作用。辅助设备包括各种开关、熔断器及测量仪表等

(6) 单一参数正弦交流电路的基本关系 (见表 1-12)

此为试读, 需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com