

建筑工人职业技能培训教材

JIANZHU DIANGONG

# 建筑电工

(第二版)

建筑工人职业技能培训教材编委会  
组织编写

中国建筑工业出版社

建筑工人职业技能培训教材

# 建筑电工

(第二版)

建筑工人职业技能培训教材编委会 组织编写

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑电工/建筑工人职业技能培训教材编委会组织编写. —2 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2015. 11  
建筑工人职业技能培训教材  
ISBN 978-7-112-18731-7

I. ①建… II. ①建… III. ①建筑工程-电工技术-技术培训-教材 IV. ①TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 268581 号

建筑工人职业技能培训教材  
**建筑电工**  
(第二版)

建筑工人职业技能培训教材编委会 组织编写

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市安泰印刷厂印刷

\*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 8 字数: 215 千字

2015 年 12 月第二版 2015 年 12 月第二十五次印刷

定价: 19.00 元

ISBN 978-7-112-18731-7  
(27845)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本教材是建筑工人职业技能培训教材之一。考虑到建筑电工的特点，按照新版《建筑工程施工职业技能标准》的要求，对建筑电工初级工、中级工和高级工应知应会的内容进行了详细讲解，具有科学、规范、简明、实用的特点。

本教材的主要内容包括：电工基础知识、电气测量仪表及应用、电气识图、变压器、电动机、低压电器及基本控制线路、电梯的安装和调试、建筑供电、建筑电气照明、弱电工程技术、电缆线路、电气安全、接地与防雷。

本教材适用于建筑电工职业技能培训，也可供相关人员参考。

责任编辑：朱首明 李 明 李 阳 李 慧

责任设计：董建平

责任校对：李美娜 关 健

# 建筑工人职业技能培训教材

## 编 委 会

主 任：刘晓初

副主任：辛凤杰 艾伟杰

委 员：（按姓氏笔画为序）

包佳硕 边晓聪 杜 珂 李 孝

李 钊 李 英 李小燕 李全义

李玲玲 吴万俊 张囡囡 张庆丰

张晓艳 张晓强 苗云森 赵王涛

段有先 贾 佳 曹安民 蒋必祥

雷定鸣 阚咏梅

## 第一版教材编审委员会

顾 问：傅雯娟

主任委员：李秉仁

副主任委员：张其光 陈 付

委 员：王立秋 杨其淮 朱金贵 张业海

钱久军 徐晓燕 王俊河 孟宪帜

王志坚 郭中林 张希舜 李俊庭

吴兴国 李阳兴 赵广和 娄大炜

李玉林 方世康 丁 卿 孙爱东

## 出版说明

为了提高建筑工人职业技能水平,受住房和城乡建设部人事司委托,依据住房和城乡建设部新版《建筑工程施工职业技能标准》(以下简称《职业技能标准》),我社组织中国建筑工程总公司相关专家,对第一版《土木建筑职业技能岗位培训教材》(建设部人事教育司组织编写)进行了修订,并补充新编了其他常见工种的职业技能培训教材。

第一批教材含新编教材3种:建筑工人安全知识读本(各工种通用)、模板工、机械设备安装工(安装钳工);修订教材10种:钢筋工、砌筑工、防水工、抹灰工、混凝土工、木工、油漆工、架子工、测量放线工、建筑电工。其他工种教材也将陆续出版。

依据新版《职业技能标准》,建筑工程施工职业技能等级由低到高分:五级、四级、三级、二级和一级,分别对应初级工、中级工、高级工、技师和高级技师。教材覆盖了五级、四级、三级(初级、中级、高级)工人应掌握的内容。二级、一级(技师、高级技师)工人培训可参考使用。

本套教材按新版《职业技能标准》编写,符合现行标准、规范、工艺和新技术推广的要求,书中理论内容以够用为度,重点突出操作技能的训练要求,注重实用性,力求文字通俗易懂、图文并茂,是建筑工人开展职

业技能培训的必备教材，也可供高、中等职业院校实践教学使用。

为不断提高本套教材质量，我们期待广大读者在使用后提出宝贵意见和建议，以便我们改进工作。

**中国建筑工业出版社**

2015年10月



## 第二版前言

本教材依据住房和城乡建设部新版《建筑工程施工职业技能标准》，在上一版《建筑电工》基础上修订完成。

本教材力求理论知识与实践操作的紧密结合，体现建筑施工的特点，突出提高生产作业人员的实际操作水平，做到文字简练、通俗易懂、图文并茂。注重针对性、科学性、规范性、实用性、新颖性和可操作性。

本教材适用于职业技能五级（初级）、四级（中级）、三级（高级）建筑电工培训和自学使用，也可供二级（技师）、一级（高级技师）建筑电工参考使用。

本教材修订主编由李全义、边晓聪担任，由于编写时间仓促，加之编者水平有限，书中难免存在缺点和不足，敬请读者批评指正。

# 前 言

为了贯彻落实建设教育“十五”计划，全面推进建设职业技能培训与鉴定工作，提高建设行业操作层队伍素质，根据建设部开展建设职业技能培训的要求，编写了《建筑电工》培训教材。本教材适用于建筑业电工初、中和高级的培训要求。可供建筑电工人员培训、自学之用。

全书共分 13 部分。齐和平同志编写：电工基础知识、电气测量仪表及应用。尚战海同志编写：电气识图、变压器、电动机、接地与避雷。孙爱东同志编写：低压电器及基本控制线路、电梯的安装和调试、建筑供电、建筑电气照明、弱电工程技术。吴光路同志编写：电缆线路、电气安全。全书由孙爱东同志主编。高级讲师张峰同志主审。

由于作者的水平有限，书中的错误一定不少，敬请读者指正，以使本书不断充实提高。

本书编写过程中得到天津建筑工程学校领导的大力支持和帮助。特此鸣谢！

# 目 录

一、电工基础知识	1
(一) 电路的基本概念	1
(二) 简单直流电路分析	6
(三) 电容器	8
(四) 电磁基本知识	11
(五) 正弦交流电路	18
(六) 三相交流电路	33
二、电气测量仪表及应用	39
(一) 电压表	39
(二) 电流表	40
(三) 钳形电流表使用方法	42
(四) 万用表的使用方法	43
(五) 兆欧表的使用方法	45
(六) 电能表的接线方法	47
(七) 接地电阻测量仪的使用方法	49
三、电气识图	52
(一) 电气工程图的种类及电气常用图形符号	52
(二) 电气安装施工图的识读	66
四、变压器	70
(一) 变压器的用途、分类及铭牌	70
(二) 变压器的结构和工作原理	72
(三) 互感器	74
(四) 变压器的运行	78
(五) 变压器异常运行及事故处理	81

<b>五、电动机</b> .....	84
(一) 异步电动机的结构及工作原理 .....	84
(二) 异步电动机铭牌及技术参数 .....	88
(三) 异步电动机起动、调速、制动及保护 .....	92
(四) 电动机常见故障及处理 .....	98
<b>六、低压电器及基本控制线路</b> .....	103
(一) 概述 .....	103
(二) 刀形开关 .....	103
(三) 组合开关 .....	108
(四) 低压断路器 .....	109
(五) 低压熔断器 .....	111
(六) 交流接触器 .....	117
(七) 热继电器 .....	119
(八) 主令电器 .....	121
(九) 磁力起动器及其控制线路 .....	122
<b>七、电梯的安装及调试</b> .....	127
(一) 电梯概述 .....	127
(二) 电梯的安装 .....	129
(三) 电梯调试 .....	133
<b>八、建筑供电</b> .....	139
(一) 供电系统 .....	139
(二) 变配电系统 .....	140
(三) 建筑供电 .....	148
(四) 室内配电线路布线 .....	155
<b>九、建筑电气照明</b> .....	162
(一) 常用光源 .....	162
(二) 照明灯具安装 .....	169
(三) 常用电工工具的使用 .....	175
(四) 导线的电气连接 .....	180
(五) 照明配电板及插座安装 .....	189

十、弱电工程技术	193
(一) 共用天线电视系统	193
(二) 电话系统	195
十一、电缆线路	200
(一) 电缆的种类及结构特点	200
(二) 电缆敷设方式及要求	203
(三) 电缆线路常见故障及处理方法	204
(四) 10kV 及以下电缆头制作	205
十二、电气安全	209
(一) 触电与触电急救	209
(二) 防止触电技术措施	215
(三) 电气作业安全措施	217
(四) 漏电保护装置	221
(五) 电气防火与防爆	226
十三、接地与防雷	229
(一) 基本概念	229
(二) 接地装置的安装及接地电阻的测量	232
(三) 雷电的危害及防护	239
参考文献	244

# 一、电工基础知识

## (一) 电路的基本概念

### 1. 电路

电路就是电流通过的路径。电路是由电源、负载、连接导线和开关组成。图 1-1 为简单手电筒电路。在实际应用中通常按国家统一规定的图形符号表示电路图。如图 1-2 所示的就是图 1-1 手电筒电路图。

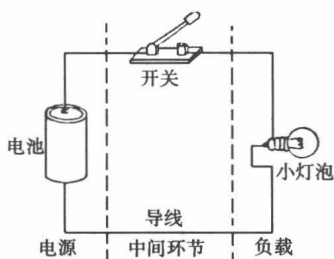


图 1-1 简单手电筒电路

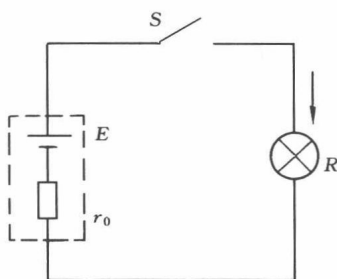


图 1-2 手电筒电路图

电路通常有三种状态：

(1) 通路：电路中的开关闭合，负载中有电流通过，这种状态一般称为正常工作状态。

(2) 开路：也称为断路，是指电路中某处断开或电路中开关打开，负载（电路）中无电流通过。

(3) 短路：电源两端的导线由于某种事故而直接相连，使负载中无电流通过。短路时，电源向导线提供的电流比正常时大几十至几百倍，因而不允许短路。

## 2. 电流与电流强度

在电路中，把电荷的定向运动叫作电流。

规定：以正电荷移动的方向作为电流的正方向。在闭合电路中，电流的方向为：电流从电源正极流出，通过导线、开关流入负载后回到电源的负极。

电流分成直流和交流两大类：

直流电流：是指电流的方向不随时间变化的电流，如图 1-3 所示。

交流电流：是指电流的大小和方向随时间作周期性变化，如图 1-4 最常见的是正弦交流电。

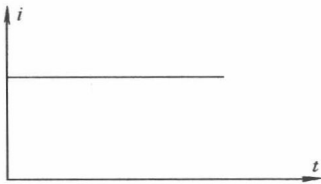


图 1-3 直流电流图

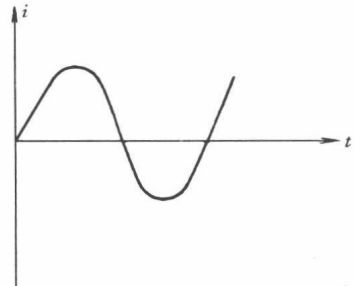


图 1-4 交流电流图

电流强度：由于电流所产生的效果具有不同的程度，这样就形成电流强度的概念。电流强度也简称为电流，它是用在单位时间内通过导体横截面的电量多少来度量的。

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

式中  $I$ ——表示电流强度 (A)；

$Q$ ——表示  $t$  时间内，通过导体横截面电荷电量 (C)；

$t$ ——表示时间 (s)。

在国际单位制中，电流强度的单位是安培 (A)，简称安。计算微小电流时以毫安 (mA) 或微安 ( $\mu\text{A}$ ) 为单位，它们的关系是：

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

### 3. 电压与电动势

#### (1) 电压

图 1-5A 和 B 表示负载两端，电流的方向由 A 流向 B，负载灯泡发光，说明电流通过灯丝时产生热和发光。为了表示电流强度与做功的本领，引入一物理量——电压（电位差）

$$U_{AB} = \frac{W}{Q}$$

$Q$ ——由 A 端移动到 B 端的电荷电量 (C)。

$W$ ——电场力对电荷所做的功 (J)。

在国际单位制中，电压的单位是伏特 (V)，简称伏。计算微小电压时则以毫伏 (mV) 或微伏 ( $\mu\text{V}$ )，计算高电压时则以千伏 (kV)：

$1\text{kV}=10^3\text{V}$ ,  $1\text{V}=10^3\text{mV}$ ,  $1\text{mV}=10^3\mu\text{V}$ 。

电压的方向规定为由高电位端指向低电位端，即为电压降低的方向。如图 1-6 所示。

规定：直流电压用大写字母 “U” 表示；交流电压用小写字母 “u” 表示。

选择电流方向与电压方向一致时，电压为正值。

选择电流方向与电压方向相反时，电压为负值。如图 1-7 所示。

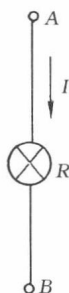


图 1-5 灯泡  
电流图

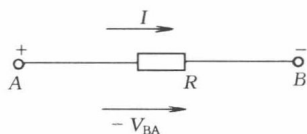


图 1-6 正电压图

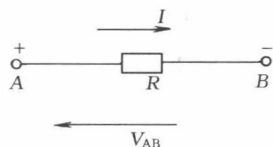


图 1-7 负电压图

#### (2) 电动势

电源为了不断地维持电路中的电流，就必须用外力不断地将



其内部的正负电荷分离，并将正电荷送到正极，负电荷送到负极。由于外力的作用，将电源中正负电荷分离所做的功与被分离电荷电量之比，即为电动势。

$$E = \frac{W_{\text{外}}}{Q}$$

式中  $E$ ——电源电动势 (V)；

$W_{\text{外}}$ ——外力所做的功 (J)；

$Q$ ——外力分离电荷电量 (C)。

规定：电动势的方向，在电源内部由低电位端指向高电位端，即电位升方向，如图 1-8 所示。

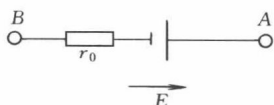


图 1-8 电动势方向图

#### 4. 电阻与欧姆定律

##### (1) 电阻

导体对电流的阻碍作用叫电阻。

用符号“ $R$ ”表示。电阻的单位欧姆

( $\Omega$ )，高电阻的单位用千欧 ( $k\Omega$ ) 或兆欧 ( $M\Omega$ )。

$1M\Omega = 10^3 k\Omega$ ,  $1k\Omega = 10^3 \Omega$ 。

导体电阻是客观存在的，导体两端电阻为：

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

式中  $\rho$ ——导体电阻系数， $\rho$  值的大小由导体材料决定。

$L$ ——导体的长度 (m)；

$S$ ——导体的横截面积单位 ( $mm^2$ )。

导体电阻的大小除了与以上因素有关外，还与导体的温度有关，一般金属材料，温度升高导体电阻亦增加。

##### (2) 欧姆定律

###### 1) 部分电路欧姆定律

欧姆定律指出：导体中的电流 ( $I$ ) 与加在导体两端的电压 ( $U$ ) 成正比，与导体两端的电阻 ( $R$ ) 成反比。

$$I = \frac{U}{R}$$

式中  $I$ ——通过导体中电流 (A)；