

◆ 建筑工人职业技能培训丛书

安装电工基本技术

(修订版)



金盾出版社



内 容 提 要

本书主要介绍建筑安装电工必须掌握的电气基础知识、识图基本知识、建筑施工现场的电力供应、建筑物内的线路敷设、电气设备安装技术、电动施工机具的使用和维修、弱电工程和电气工程概预算等常识。

修订版重点是对第三章和第六章作了较多地修改和补充,另外增加了第七章电气工程概预算,使本书更加适合建筑业电工当前职业技能培训的需要。

本书适合建筑业电工和其他电工从业人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

安装电工基本技术/徐 第等编著. —修订版. —北京:金盾出版社,2001.6

(建筑工人职业技能培训丛书)

ISBN 7-5082-1497-8

I. 安… II. 徐… III. 电工-安装 IV. TM05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 00433 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路5号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 68218137

传真:68276683 电挂:0234

封面印刷:北京 2207 工厂

正文印刷:北京 3209 工厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:17.25 字数:386 千字

2002 年 1 月修订版第 7 次印刷

印数:100001—115000 册 定价:22.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

序

建筑业是我国国民经济的支柱产业。随着我国经济持续、快速地发展,建筑业在国民经济中的地位和作用日益突出。近几年,建筑施工队伍急剧扩大,全国平均 80% 以上的施工任务由农民工完成。由于对工人的职业技能培训工作滞后,一线技术工人素质不能完全适应企业施工生产的需要,成为有的建筑产品质量不高、施工事故时有发生的原因之一,如不改变这种状况,必然影响到建筑业的长远发展。

世界经济发达国家和我国经济发展的实践证明,职业教育的规模 and 水平直接影响企业产品质量、经济效益和发展速度。为提高建筑队伍,特别是施工一线工人队伍的整体素质,实现国家提出的“培养百万名建设专门人才和培训千万名建设技术工人和熟练劳务人员”的目标,大力发展以职业技能培训为基础的建设职业教育是一条重要途径。

本系列丛书根据国家建设部 1996 年颁发的《建设行业职业技能标准》和《建设职业技能岗位鉴定规范》要求,针对目前建筑工人的实际情况和工人培训的实际需要,在吸取借鉴国内外先进经验的基础上,组织编写了《木工基本技术》、《瓦工基本技术》、《抹灰工基本技术》、《钢筋工基本技术》、《混凝土工基本技术》、《油漆工基本技术》、《测量放线工基本技术》、《架子起重工基本技术》、《气焊工基本技术》、《电焊工基本技术》、《安装电工基本技术》、《管工基本技术》、《钣金工基本技术》等书,供广大建筑工人进行技能培训或自学提高之用。

本丛书从当前建筑工人队伍的整体素质出发,综合考虑

企业人力资源开发的需要,在内容编排上,确定以培训中级技术工人为主要目标,并兼顾高级技术工人的知识技能更新,力求做到应知应会相结合,侧重于全面提高工人的操作技能。对成熟的,并已推广应用的新材料、新技术、新工艺、新机具作了较详细的介绍。在内容设置上,注意针对性、实用性和先进性相结合,力求做到科学、实用。

本丛书也可作为建筑类技工学校和职业高中教学参考用书,并可供建筑企业一线施工管理人员和技术人员参考。

由于丛书是综合性的,难以同时兼顾各方面的需要,加之编写时间较短,涉及的工种较多,难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

建筑工人职业技能培训丛书编委会
2000年3月

修订版前言

本书自 1996 年出版以后,深受广大读者的欢迎,已重印 6 次,累计印数 10 万册。

伴随着经济和技术的发展,建筑电气工程发生了许多变化。首先,建筑物内用电量大增,电气工程使用了许多新材料和新工艺。其次,随着人们生活水平的提高,对居住环境提出了更高的要求,相应的也出现了一些新的电气工程。为了使这本书能适应新形势的需要,在这次修订中把近几年出现的新材料、新工艺、新工程等方面的知识和资料尽量收集了进来,包括电缆施工,内线施工中的新材料、新工艺,弱电工程中的新项目,以及智能大厦和综合布线等电气工程方面的知识和资料。为了使读者对工程造价有初步了解,书中还增加了有关工程预算的内容。

修订版除了在内容上作了更新外,还纳入了“建筑工人职业技能培训丛书”系列,从而使本书能在建筑工人技能培训和自学中发挥更好的作用。

安装电工是一个技术工种,在建筑业中占有重要的地位。作为一个合格的建筑业中的电气安装工人,必须要有扎实的电工基础理论知识和广泛的专业知识,真正掌握电气安装技术。这样,干起工作来才能做到既知其然,又知其所以然。

本书是一本适合建筑业电工阅读的书,它把电气安装工人应知、应会的基本知识和操作技术,以及分散在大量专业书

籍中的有关资料归纳了起来,以便帮助广大在岗的电工朋友们学习得更方便、更容易,用最少的时间获取最多的知识。

在成书过程中,参阅了大量有关书籍和资料,书中未列参考书目,特向被参考书籍的作者表示谢意。

由于作者水平所限,修订版内容仍然难免有错误和不足,希望各位同行提出批评和修改意见。

作 者

2001 年 1 月

目 录

第一章 安装电工基本理论知识	(1)
第一节 直流电路基本知识	(1)
第二节 电磁基本知识	(9)
第三节 交流电路基本知识	(13)
第四节 安全用电基本知识	(24)
第五节 防雷基本知识	(42)
第二章 识图基本知识	(49)
第一节 建筑识图基本知识	(49)
第二节 电气识图基本知识	(63)
第三章 建筑工程施工现场的电力供应	(82)
第一节 供电系统与总平面图	(82)
第二节 变配电设备	(97)
第三节 低压配电线路导线的选用	(161)
第四节 低压架空线路施工	(168)
第五节 低压电缆线路施工	(196)
第六节 施工现场的配电箱	(220)
第四章 建筑物内线路敷设	(224)
第一节 线路敷设基本方法	(224)
第二节 暗埋线路敷设施工方法	(237)
第三节 线路明敷设施工方法	(299)
第五章 电动施工机具的使用与维修	(321)
第一节 手持电动工具	(321)
第二节 交流异步电动机	(333)

第三节	三相交流电动机基本控制电路	(351)
第四节	建筑工地常用电气机械设备	(389)
第五节	混凝土搅拌机	(398)
第六节	塔式起重机	(403)
第六章	弱电工程	(414)
第一节	共用天线电视系统	(420)
第二节	火灾自动报警与消防联动控制系统	(444)
第三节	防盗报警与出入口控制系统	(453)
第四节	楼宇自动化和综合布线系统	(461)
第七章	电气工程概预算常识	(474)
第一节	变配电工程	(477)
第二节	电缆工程	(479)
第三节	架空线路工程	(480)
第四节	防雷接地装置	(487)
第五节	动力、照明控制设备	(491)
第六节	配管配线	(493)
第七节	支路管线敷设	(495)
第八节	照明器具安装	(500)
第九节	弱电工程	(501)
第十节	其它直接费	(506)
第十一节	现场管理费	(509)
第十二节	企业管理费、其它费用和工程造价	(511)
第十三节	实例分析	(513)
附录一	导线允许负荷电流(附表 1-1~附表 1-3)	(524)
附录二	施工机械用电定额参考资料	(529)
附录三	电气系统图(附图 3-1~附图 3-15)	(532)
附录四	我国有线电视广播系统的频率配置	(541)

第一章 安装电工基本理论知识

第一节 直流电路基本知识

一、电流

电荷有规则的定向运动,称作电流。

电流发生的同时,总会产生化学、热和磁的效应,我们就是利用电流的这些效应来为我们服务,同时也尽量避免我们不需要的效应产生,以提高电流的利用率。

我们用电流强度来衡量电流产生各种效应的强弱。电流强度简称电流。电流的单位名称是“安培”,其简称及中文单位符号是“安”,国际单位符号是“A”。电流的符号为 I 。

电流的派生单位有:kA(千安)、mA(毫安)、 μ A(微安)。

$$1\text{kA}=1000\text{A}$$

$$1\text{A}=1000\text{mA}$$

$$1\text{mA}=1000\mu\text{A}$$

如果电流的大小和方向都不随时间变化,则称这种电流为直流电流。

如果电流的大小和方向都随时间变化,则称这种电流为交变电流,简称交流电。我们平常所用的是一种大小和方向按正弦规律变化的交流电。

二、电路

电流所经过的路径叫做电路。

电路由电源、负载、导线三个基本部分组成,如图 1-1 所示。

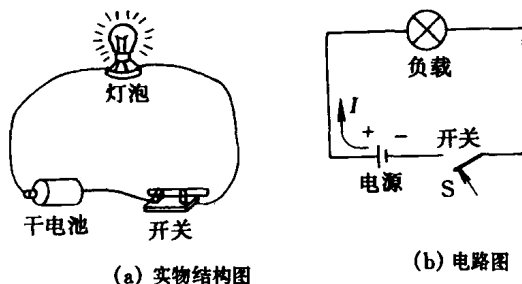


图 1-1 电路

(一)电源 电源是将其它形式的能量转变为电能的装置,如发电机把机械能转变为电能,而干电池则是把化学能转变为电能。电源是提供电能的装置。

(二)负载 负载是将电能转变为其它形式能量的装置,如电动机把电能转变为机械能,而电炉则把电能转变为热能。负载是消耗电能的装置。

(三)导线 导线是连接电源和负载使其成为闭合回路的装置,这样,电荷才能在电源作用下,通过导线→负载→导线回到电源,进行定向运动形成电流。

在电路中还会出现开关、熔断器等电器,这些电器所起的作用和导线是相同的,是一段可以操作的导线,可以在需要的时候方便地切断或接通电路。

三、电位和电压

电位反映了电荷在电路中运动时所处的位置,正电荷从高电位向低电位运动,这恰好就是我们规定的电流的方向,也就是电流从高电位流向低电位。

如果电路两点间电位不同,这两个电位的差值叫做电路两点间的电压。电压的单位名称是“伏特”,其简称及中文单位符号是“伏”,其国际单位符号是“V”。电压的符号为 U 。

电压的派生单位有:kV(千伏)、mV(毫伏)、 μ V(微伏)。

$$1\text{kV}=1000\text{V}$$

$$1\text{V}=1000\text{mV}$$

$$1\text{mV}=1000\mu\text{V}$$

电位的单位与电压相同。

在直流电路中,电压与电流的方向永远是一致的。

四、电动势

电荷在电路中运动,动力来源是电源。电源的负极是低电位,正极是高电位,电源把正电荷从低电位通过电源内部搬运到高电位。反映电源搬运电荷能力的物理量,叫电源的电动势。电动势的单位也是伏,与电压和电位的单位相同。电动势的符号为 E 。

五、电阻

电阻是电荷在物体中运动所受到的阻力,是物质本身具有的导电特性。自然界的物质按其导电特性分为容易导电的导体,如各类金属;不容易导电的绝缘体,如木材、橡胶、塑料;介于二者之间的半导体,如硅、锗。

电阻的单位名称是“欧姆”,其简称及中文单位符号是“欧”,其国际单位符号是“ Ω ”。电阻的符号为 R 。

电阻的派生单位有:k Ω (千欧)、M Ω (兆欧)。

$$1\text{k}\Omega=1000\Omega$$

$$1\text{M}\Omega=1000000\Omega$$

电阻在电路中的图形符号,如图 1-2 所示。

一般情况下,金属导体的电阻值随温度升高而增大。

六、电阻的串联电路

把两个或两个以上电阻首尾相接连成一串,中间没有分支,称为电阻的串联电路。图 1-3 所示为两个电阻串联的电路。

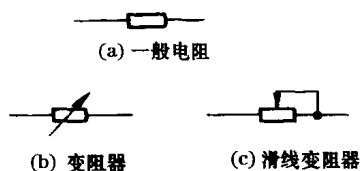


图 1-2 电阻的图形符号

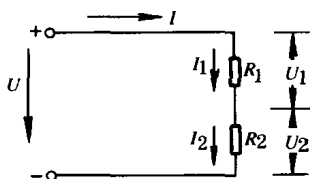


图 1-3 电阻串联电路

(一) 电阻串联电路的特点

1. 串联电路中流过各电阻的电流为同一个电流。

即: $I = I_1 = I_2$

2. 串联电路的总电阻等于各串联电阻 R_1 、 R_2 之和。

即: $R = R_1 + R_2$

3. 串联电路两端的总电压等于各串联电阻上分电压 U_1 、 U_2 之和。

即: $U = U_1 + U_2$

4. 各串联电阻上分电压的大小与各电阻值的大小成正比。大电阻上电压高而小电阻上电压低。

(二) 电阻串联电路的用途

1. 增大电路的总电阻。串得越多,阻值越大。

2. 从高电压中分出低电压。

七、电阻的并联电路

把两个或两个以上电阻的首端接在一起,尾端接在一起,然后接在电路的两个端点上,称为电阻的并联电路。图 1-4 所示为两个电阻并联的电路。

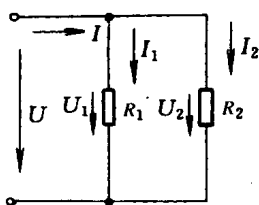


图 1-4 电阻的并联电路

(一)电阻并联电路的特点

1. 并联电路中各电阻上所加的电压 U_1 、 U_2 为同一电压。

即：
$$U=U_1=U_2$$

2. 并联电路中的总电流，等于各电阻上电流 I_1 、 I_2 之

和。

即：
$$I=I_1+I_2$$

3. 并联电路总电阻的倒数，等于各并联电阻 R_1 、 R_2 倒数之和。

即：
$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$$

4. 各并联电阻上电流的大小，与各电阻值的大小成反比。

(二)电阻并联电路的用途

1. 减小电路的总电阻。并得越多，阻值越小。

2. 各电阻上想获得同一电压。

3. 从大电流中分出小电流。

八、电阻的混联电路

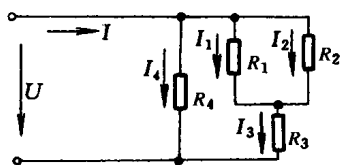


图 1-5 电阻混联电路

当几个电阻间的连接关系既有串联又有并联时，叫电阻的混联。图 1-5 所示为四个电阻组成的混联电路。在分析和计算混联电路时，要两个两个电阻进行分析，看其间是否有串、并联关系，有则进行合并化

简,没有,则继续分析。合并化简后往往会出现新的串、并联关系,最终可以化简为只有两个电阻的串、并联电路。

对图 1-5 电路的化简过程,如图 1-6 所示。

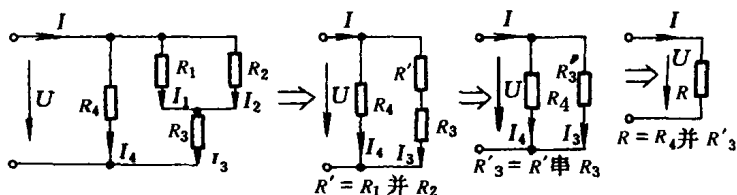


图 1-6 电路化简过程

九、欧姆定律

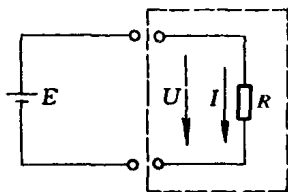


图 1-7 部分电路

大小成反比。

用数学式表示为:

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

也可以变形为:

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

使用欧姆定律时必须注意公式中的 I 、 U 、 R 必须是同一段电路上的电量。

(一)部分电路欧姆定律

部分电路是指不含电源的一段电路,如图 1-7 所示。

部分电路欧姆定律:流过一段导体中的电流 I ,与加在这段导体两端的电压 U 大小成正比,与这段导体的电阻 R

(二)全电路欧姆定律 全电路是指含有电源的闭合电路,如图 1-8 所示。

全电路欧姆定律:全电路中电流 I 的大小与电源的电动势 E 大小成正比,与整个电路的电阻大小成反比。用数学式表示为:

$$I = \frac{E}{r_0 + R}$$

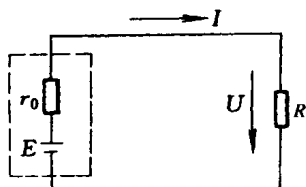


图 1-8 全电路

这里整个电路的电阻包括:负载电阻、电源自身电阻和电路中可能出现的电阻。

十、电功率

负载在电路中要消耗电能,一个负载在单位时间内所消耗的电能,叫做电功率。电功率的单位名称是“瓦特”,其简称及中文单位符号是“瓦”,其国际单位符号是“W”。电功率的符号为 P 。

以前还常用一种功率单位:马力。现在“马力”这个单位已经不用了。

马力与 kW 的关系是:

$$1 \text{ 马力} = 0.735 \text{ kW}$$

$$1 \text{ kW} = 1.36 \text{ 马力}$$

电功率是一个间接电量,它的值等于负载两端电压 U 与负载中电流 I 的乘积。

即: $P = UI$

与欧姆定律结合,可以得到下面形式的电功率公式:

$$P = I^2 R \text{ 或 } P = \frac{U^2}{R}$$

十一、电能

负载工作一段时间所消耗的电能量叫做电能。

要想知道一个负载在工作一段时间 t 以后所消耗的电能 A , 可以用下式计算:

$$A = Pt$$

电能的单位是 kWh(千瓦·时), 1kW·h 电能就是平常所说的 1“度”电。

十二、电路的工作状态

(一)额定工作状态 任何电器设备在设计时为了保证电器设备能正常运行, 都规定了一些额定值, 最主要的有额定电压、额定电流和额定功率。电器设备按照设计的额定值条件运行是最经济合理、最安全可靠的, 这时的工作状态就称作电器设备的额定工作状态。在实际使用中, 电器设备所承受的实际电压允许在一定范围内波动, 这时的电流将是实际电流, 而功率也将是实际功率, 它们与额定值会有一定的偏差。

在计算实际电流和功率时要注意, 电器设备一经制造完成后, 它的电阻值是不会改变的, 这个值可以通过额定电压和额定电流计算得出。

(二)断路 由于某种原因, 电路在该断的地方断开称作断路。出现断路后电路中没有电流, 电器设备不能工作, 一般来讲不会有直接的危害。

(三)短路 由于某种原因, 电路中不该连接的地方被电阻很小的导体连接起来称作短路。

短路一般可以分成三种情况:

1. 电源短路。指在电源附近短路, 这时会产生很大电流烧毁电源及附近线路。

2. 负载外短路。指负载外部发生短路, 这时负载上电压

为零,停止工作。电路中将产生较大的电流(视负载距电源线路的长短而定),严重时会烧毁线路。

3. 负载内短路。指负载内部发生短路,这时首先烧毁负载。如果烧断,负载将停止工作;如果继续短路,会烧毁线路。

这种电流超过额定工作电流的情况,称作过流。

第二节 电磁基本知识

一、磁场

(一)磁场的方向 地球上有些物体,具有吸引铁及铁类合金的性质,如永久磁铁、吸铁石。这种性质叫做磁性,具有磁性的物体称磁体。磁体上有两个磁性最强的端部,称为磁极。通常称为磁南极(S极)和磁北极(N极)。

磁极间具有相互作用力叫磁力,同性磁极相斥,异性磁极相吸,磁体周围磁力作用的空间范围,叫做磁场。磁极间磁场的方向从N极指向S极。

(二)磁力线 为了形象地描述磁场的强弱和方向,科学家虚构出一组曲线,叫磁力线,如图 1-9 所示。

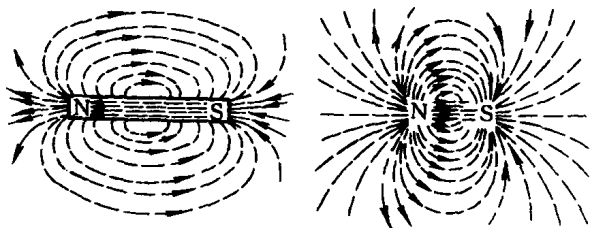


图 1-9 磁力线

磁力线是一组不相交的闭合曲线,在磁体外面从N极指