



电工技术轻松入门
系列

电工操作



DIANGONG CAOZUO QINGSONG RUMEN

轻松入门

阎伟 主编

孙常华 张文勇 副主编

内容通俗易懂，

为您快速指导知识

精彩图解导读，

助您轻松掌握技能



化学工业出版社



电工技术轻松入门
系列

电工操作

DIANGONG CAOZUO QINGSONG RUMEN



轻松入门

阎伟 主编

孙常华 张文勇 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电工操作轻松入门/阎伟主编. —北京: 化学工业出版社, 2017.5
(电工技术轻松入门系列)
ISBN 978-7-122-29224-7

I. ①电… II. ①阎… III. ①电工技术-基本知识
IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 043801 号

责任编辑: 宋 辉
责任校对: 宋 夏

装帧设计: 王晓宇

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 装: 三河市延风印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 10 字数 223 千字 2017 年 5 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: 36.00 元

版权所有 违者必究



前言

FOREWORD

当前,我国正在由制造业大国向制造业强国挺进。与产业转型升级相伴而来的,是对应用型人才、技能人才的迫切需求。因此,编者依据新技术、新工艺、新标准编写了这套电工技术轻松入门系列图书。

本系列图书依据最新版《国家职业技能标准——维修电工》(2009年)中相关知识与技能的要求来编写,在编写方式上进行了大胆地尝试和创新,力求尽可能多地以实物图解形式来描述相关常识和技术要领,尽量满足读者“看看能懂、做做能会”的学习要求。

读者在学习本系列图书时,可注意以下方面的技巧。

1. 通过知识引导,树立学习信心

在学习和实践过程中,部分读者存在着对电的畏惧,除进行必要的安全知识学习外,应自己多动手操作,在实践操作中总结经验,克服困难。

2. 明确目标,提高学习和实践效果

学习和实践目标定位在操作工艺上。首先按书本中的工艺要求进行试安装或试接线,再逐步提高安装或接线的质量和工艺水平。不要急功近利,一定要先学好基础,通过大量的实践认知后,处理相关问题便能驾轻就熟。注重在实践中反复训练和提高。

《电工操作轻松入门》是系列图书中的一本。本书从电气照明基础知识讲起,由浅入深、通俗易懂。本书共6章,主要包括:电气照明基础知识、电工基本操作技术、常用电光源和照明线路的安装和维修、电气线路的配线和安装、电气照明供配电系统和配电装置的安装、智能化楼宇电气照明的安装等。本书可用作企业电工培训及再就业转岗电工培训的教材,也可作为中等职业技术学校电工专业、高等职业技术学院电气专业的教学用书。

本书由阎伟担任主编,孙常华、张文勇担任副主编;其中第1章由樊荣莹编写;第2章由张文勇编写;第3、5章由阎伟编写;第4章由尹家骏编写;第6章由孙常华编写。

由于水平有限,书中难免存在不妥之处,恳请广大专业人士和读者朋友给予批评指正。

编者



Chapter 1	第 1 章 电气照明基础知识	1
	1.1 照明电气图的识读	1
	1.1.1 电气图连接线的表示方法	1
	1.1.2 电气图识读要求和步骤	2
	1.1.3 住宅照明电气图的识读	4
	1.2 电气照明的方式	9
	1.2.1 电气照明的种类	9
	1.2.2 电气照明方式	12
	1.3 保护接地	14
	1.3.1 接地的基本概念	14
	1.3.2 保护接地	14
	1.3.3 接地线	15
	1.3.4 接地电阻	15
	1.4 保护接零	16
	1.5 漏电保护	17
	1.5.1 漏电保护	17
	1.5.2 漏电保护装置	17
	1.5.3 漏电保护器	19
Chapter 2	第 2 章 电工基本操作技术	21
	2.1 安全用电技术	21
	2.1.1 触电	21
	2.1.2 安全电流和安全电压	22
	2.1.3 人体触电的方式	23
	2.1.4 触电急救	24
	2.1.5 触电的预防措施	26
	2.1.6 电工安全操作规程	27
	2.2 常用电工工具的使用	28

2.2.1	低压验电器	28
2.2.2	螺钉旋具	29
2.2.3	钢丝钳	31
2.2.4	尖嘴钳	32
2.2.5	断线钳	33
2.2.6	剥线钳	33
2.2.7	电工刀	33
2.2.8	活络扳手	34
2.2.9	电烙铁	35
2.3	常用电工仪表的使用	37
2.3.1	万用表	37
2.3.2	数字万用表	41
2.3.3	钳形表	43
2.3.4	兆欧表	44
2.2.5	接地电阻表	46
2.4	导线的连接	46
2.4.1	导线的剖削	47
2.4.2	导线的连接	48
2.4.3	导线绝缘的恢复	54

Chapter 3

第3章	常用电光源和照明线路的安装和维修	56
3.1	电光源的种类和选择	56
3.2	白炽灯线路的安装和维修	56
3.2.1	白炽灯的结构	56
3.2.2	白炽灯照明线路的安装	57
3.2.3	白炽灯照明线路的故障分析	61
3.3	碘钨灯线路的安装	61
3.4	荧光灯线路的安装和维修	62
3.4.1	荧光灯的结构	62
3.4.2	荧光灯照明线路的工作原理	63
3.4.3	荧光灯照明线路的故障分析	65
3.5	高压汞灯	66
3.5.1	高压汞灯的结构	66
3.5.2	使用高压汞灯的注意事项	67
3.6	高压钠灯	68
3.6.1	高压钠灯的结构	68
3.6.2	高压钠灯的工作原理	70
3.6.3	使用高压钠灯的注意事项	71

3.7	低压钠灯	71
3.8	金属卤化物灯	72
3.9	LED 节能灯	74
3.10	其他电气照明线路的安装	75
3.10.1	插座的安装和接线	75
3.10.2	工矿灯具	77

Chapter 4 第 4 章 电气线路的配线和安装

4.1	塑料护套线配线	78
4.1.1	塑料护套线的配线方法	78
4.1.2	配线的注意事项	78
4.2	线管配线	79
4.2.1	线管配线的方法	80
4.2.2	PVC 电线管配线应遵循的工艺要求	83
4.2.3	钢管配线的要求	84
4.2.4	电线管、电缆导管敷设应遵循的工艺	84
4.3	线槽配线	85
4.4	桥架配线	87
4.5	室外电气线路	88
4.5.1	架空线路	88
4.5.2	电缆线路	91

Chapter 5 第 5 章 电气照明供配电系统和配电装置的安装

5.1	供配电系统的安装	94
5.1.1	供配电网络的基本接线方式	94
5.1.2	供配电网络的接线	96
5.1.3	供配电网络的设计原则	100
5.1.4	配电设备的布置	101
5.2	变配电所的高压电器	101
5.2.1	高压隔离开关	101
5.2.2	高压负荷开关	103
5.2.3	高压断路器	103
5.2.4	高压熔断器	105
5.3	低压量电、配电装置的安装	108
5.3.1	单相电度表的安装和接线	109
5.3.2	三相电度表的安装和接线	110
5.3.3	量电装置的安装	114
5.3.4	低压配电装置的安装	114
5.3.5	低压配电箱（盘）的安装工艺	118

Chapter 6	第 6 章 智能化楼宇电气照明的安装	121
	6.1 智能化楼宇的电气照明	121
	6.1.1 智能楼宇照明系统的概述	121
	6.1.2 照明系统的监控	121
	6.1.3 照明系统的结构	124
	6.2 智能楼宇的电气照明安装	131
	6.2.1 照明系统常用的硬件设备	131
	6.2.2 智能照明设备的连接	143
Reference	参考文献	151

电气照明基础知识

1.1 照明电气图的识读

电气图是用来描述电气工程的图。识读电气图就是要把制图者所表达的内容看懂，并通过它来指导电气安装和施工、进行故障诊断或者检修和管理电气设备。

1.1.1 电气图连接线的表示方法

在电气线路图中，各元件之间都采用导线连接，起到传输电能、传递信息的作用。读图者应首先了解它的表示方法。

① 导线的一般表示法。单根导线可用一般的图线表示。多根导线可分别画出，也可只画一根图线，但必须加以标志。若导线少于四根，可用短画线数量代表根数；若导线多于四根，可在短画线旁加数字表示，如图 1-1(a) 所示。

要表示电路相序的变换、极性的反向、导线的交换等，可采用交换号表示，如图 1-1(b) 所示。

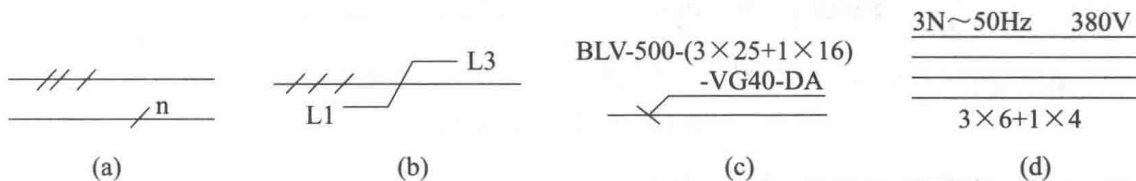


图 1-1 导线表示方法

要表示导线的型号、截面、安装方法等，可采用指引线指引，加标导线属性和敷设方法，如图 1-1(c) 所示。该图表示导线的型号为 BLV（铝芯塑料绝缘线），其中 3 根截面积为 25mm^2 ，1 根截面积为 16mm^2 ；敷设方法为穿入塑料管（VG），塑料管管径为 40mm，沿地板暗敷。

导线特征的表示方法是横线上面标出电流种类、配电系统、频率和电压等；横线下面标出电路的导线数乘以每根导线截面积（ mm^2 ），当导线的截面不同时，可用“+”将其分开，如图 1-1(d) 所示。

② 导线连接点的表示。导线的连接点有“T”形连接点和多线的“+”形连接点。对于“T”形连接点可加实心圆点，也可不加实心圆点，如图 1-2(a) 所示。对于“+”形

连接点,必须加实心圆点,如图 1-2(b) 所示。而对于交叉不连接的,不能加实心圆点,如图 1-2(c) 所示。

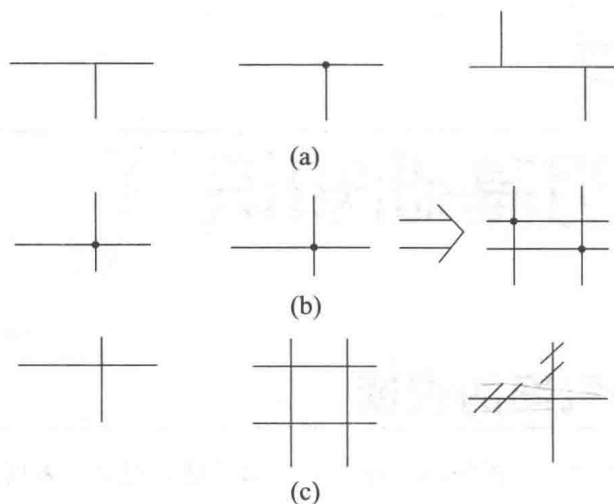


图 1-2 导线连接点示例

③ 连接线分组和标记。

a. 分组。为了方便看图,对多根平行连接线,应按功能分组。若不能按功能分组,可任意分组,但每组不多于三条,各组间距应大于线间距。

b. 标记。为了便于看出连接线的功能或去向,可在连线上方或连线中断处作信号名标记或其他标记,如图 1-3 所示。

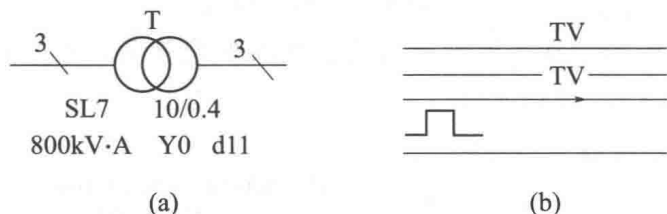


图 1-3 连接线标志示例

1.1.2 电气图识读要求和步骤

(1) 读图的基本要求

① 电气元件是电路不可缺少的组成部分。在机床等机械设备的控制电路中,常用各种接触器、继电器和控制开关等;在供电电路中常用断路器、隔离开关、负荷开关、熔断器、互感器等;在电力电子电路中,常用各种晶体管、晶闸管和集成电路等。读者应了解这些电气元器件的性能、结构、原理、相互的控制关系及在整个电路中的地位 and 作用。

② 熟记并会用各个图形符号和文字符号。电气简图用图形符号和文字符号及项目代号、接线端子标记等是电气技术文件的“词汇”,相当于写文章用的单词、词汇。“词汇”掌握得越多,记得越牢,读图就越快捷、越方便。

图形符号和文字符号很多,应该从个人专业出发先熟读背会各专业共用的和专业专用的图形符号,然后逐步扩大,掌握更多的符号,就能读更多的不同专业的电气技术文件。

③ 掌握各类电气图的绘制特点。各类电气图都有各自的绘制方法和绘制特点，掌握了这些特点，并利用它就能提高读图效率，进而自己也能设计和制图。

大型的电气图纸往往不只一张，也不只是一种图，因而读图时应将各种有关的图纸联系起来，对照阅读。比如通过系统图、电路图找联系；通过接线图、布置图找位置，交错阅读收到事半功倍的效果。

④ 把电气图与土建图、管路图等对应起来读图。电气施工往往与主体工程（土建工程）及其他工程、工艺管道、蒸汽管道、给排水管道、采暖通风管道、通信线路、机械设备等项安装工程配合进行。电气设备的布置与土建平面布置、立面布置有关；线路走向与建筑结构的梁、柱、门窗、楼板的位置有关；还与管道的规格、用途有关；安装方法又与墙体结构、楼板材料有关；特别是一些暗敷线路、电气设备基础及各种电气预埋件更与土建工程密切相关。所以阅读某些电气图要与有关的土建图、管路图及安装图对应起来看。

⑤ 了解涉及电气图的有关标准和规程。读图的主要目的是用来指导施工、安装，指导运行、维修和管理。有一些技术要求不可能都一一在图纸上反映出来、标注清楚，因为这些技术要求在有关的国家标准或技术规程、技术规范中已作了明确的规定。在读电气图时，还必须了解这些相关标准、规程和规范，这样才能真正读懂电气图。

(2) 读图的一般步骤

① 详看图纸说明。拿到图纸后，首先要仔细阅读图纸的主标题栏和有关说明，如图纸目录、技术说明、元件明细表、施工说明书等，结合自己已有的电工知识，对该电气图的类型、性质、作用有一个明确的认识，从整体上理解图纸的概况和所要表述的重点。

② 阅读系统图和框图。系统图和框图是用符号或带注释的框概略表示系统或分系统的基本组成、相互关系及其主要特征的一种简图。由于系统图和框图只是概略表示系统的组成、关系及特征，因此紧接着就要详细阅读电路图，才能搞清它们的工作原理。

系统图或框图常用来表示整个工程或其中某一项目的供电方式和电能输送关系，也可表示某一装置或设备各主要组成部分的关系。例如，图 1-4 为某供电线路图，表示该变电所把 10kV 电压通过变压器变换成 380V 电压，经断路器 QF 和母线后通过 FU1、FU2、FU3 分别供给三条支路。

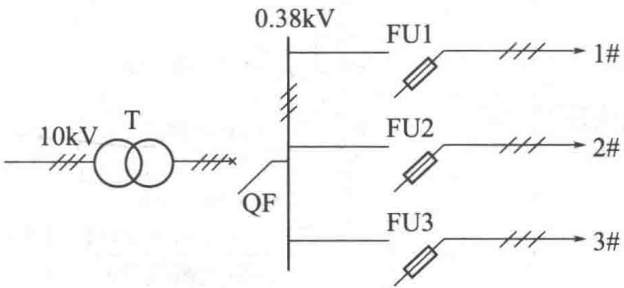


图 1-4 某变电所供电系统图

系统图和框图多采用单线图，只有某些 380V/220V 低压配电系统概略图才部分地采用多线图表示。

③ 阅读电路图是读图的重点和难点。电路图是电气图的核心，是内容最丰富、也最难读懂的电气图纸。首先，阅读电气图时要看清图中有哪些图形符号和文字符号，了解电

路图各组成部分的作用，分清主电路和辅助电路，交流回路和直流回路；其次，按照先看主电路，再看辅助电路的顺序进行读图。

阅读主电路时，通常要从下往上看，即先从用电设备开始，经控制元件往电源端看；看辅助电路时，则自上而下、从左至右看，即先看主电源，再依次看各条回路，分析各条回路元件的工作情况及其对主电路的控制关系，注意电气与机械机构的连接关系。

通过看主电路，要搞清电气负载是怎样和电源连接的，电源都经过哪些元件到达负载。通过看辅助电路图，则应搞清辅助电路的回路构成，各元件之间的相互联系和控制关系及其动作情况等。同时还要了解辅助电路和主电路之间的相互关系，进而搞清楚整个电路的工作原理和来龙去脉。

④ 电气图与接线图对照起来阅读。接线图和电气图互相对照读图，可以帮助搞清楚接线图。读接线图时，要根据端子标志、回路标号从电源端依次查下去，搞清楚线路走向和电路的连接方法，搞清楚每个回路是怎样通过各个元件构成的。

配电盘（屏）内外线路相互连接必须通过接线端子板。一般来说，配电盘内有线号。端子板上就有线号的接点，外部电路的线号只要在同号接点上接出即可。因此，看接线图时，要把配电盘（屏）内外的线路走向搞清楚，就必须注意搞清楚端子板的接线情况。

例如，图 1-5 中，标明了电源进线、按钮、位置开关、电动机、照明灯与机床电气安装板之间的连接关系；还标明了所用金属软管的直径、长度和导线根数、横截面积及颜色；同时也标明了它们与端子排之间对应的接线编号。

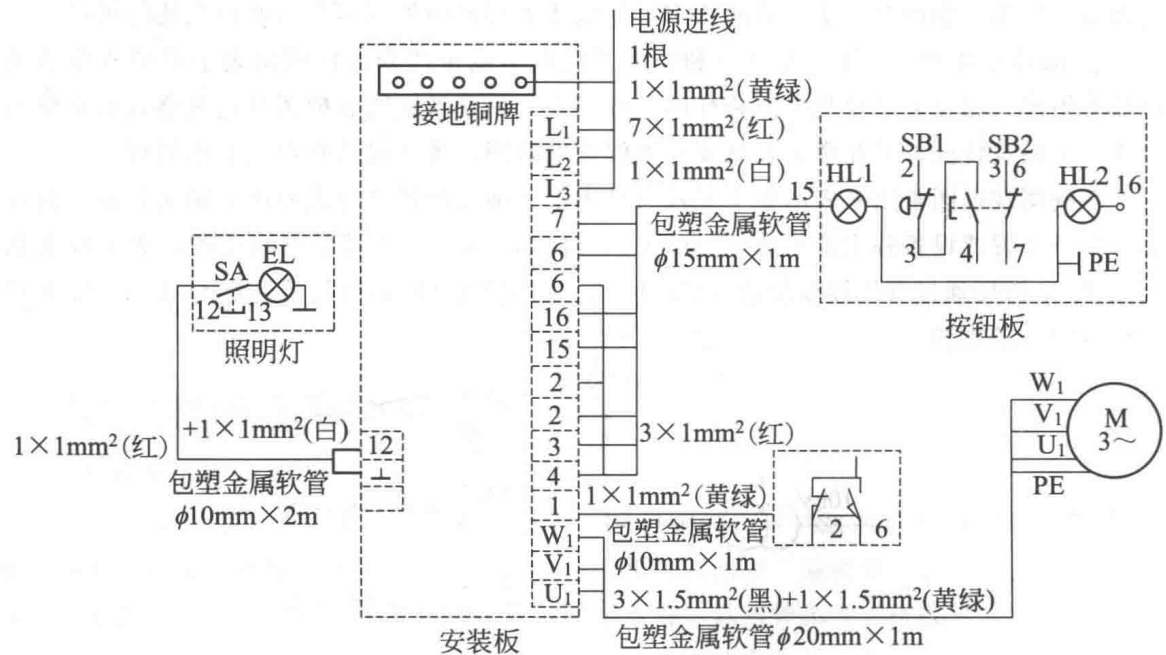


图 1-5 车间某动力设备电气安装接线图

1.1.3 住宅照明电气图的识读

(1) 常用照明电气符号的识读

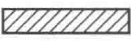
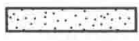
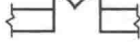
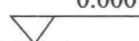
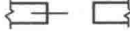
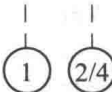
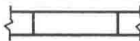
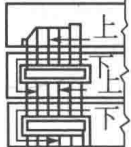
图形符号及其标注符号应采用国家标准符号或国际电工委员会（IEC）的通用标准，

设备文字符号标注应采用英文字头表示。电气照明施工图中常用的图形符号见表 1-1。常用建筑图例符号见表 1-2。

表 1-1 电气照明施工图中常用的图例符号

图例	说 明	图例	说 明
	暗装照明配电箱		天棚吸顶灯
	配电柜、屏、箱		疏散指示灯
	配电箱		安全出口标志灯
	电风扇		暗装单极开关
	电能表		明装单极开关
	灯的一般符号		暗装双极开关
	防水防尘灯		暗装三极开关
	球形灯		单极拉线开关
	壁灯		风扇调速开关
	花吊灯		单相暗装插座
	单管荧光灯		暗装接地单相插座
	二管荧光灯		暗装接地三相插座
	弯灯		安全型单相二孔暗装插座
	应急灯		安全型单相三孔暗装插座
	投光灯		双联二三极暗装插座
	天棚灯		安全型双联二三极暗装插座
	聚光灯		电话插座
	斜照型灯		电视插座
	泛光灯		电信插座
	壁装座灯		方格栅吸顶灯

表 1-2 常用建筑图例符号

图 例	名 称	图 例	名 称	
	普通砖墙		自然土壤	
	普通砖墙		普通砖	
	普通砖柱		砂、灰土及粉刷材料	
	钢筋混凝土柱		混凝土	
	窗户		钢筋混凝土	
	窗户		金属	
	高窗		松土夯实	
	空门洞		玻璃	
	双扇门		木材	
	双扇弹簧门		标高符号(用 m 表示)	
	墙内单扇推拉门		污水池	
	可见孔洞		轴线号与附加轴线号	
	不可见孔洞		楼梯	底层 中间层 顶层

(2) 常用照明电气图的识读

住宅照明线路图，多以施工（安装）图的形式出现，有平面图和系统图两种。住宅照明的电源是取自供电系统的低压配电电路，即进户线穿过进户管后，先接入配电线（屏），再接到用户的分配电箱（屏），经电能表、刀开关或空气开关，最后接到灯具和其他用电设备上。

为了使每盏灯的工作不影响其他灯具（用电器），各条控制电路均应并联连接在相线和中性线之间，并在各自控制电路中串接单独控制用的开关。为了保证用电安全，每条线路最多能安装 25 盏灯（每只插座也作为 1 盏灯具计算），并且电流不能超过 15A，否则，要相应减少灯具的盏数。

住宅照明电气线路，有明敷设和暗敷设两种。明敷设线路一般沿墙走，横平竖直比较

规矩，其长度一般可参照建筑物平面图的尺寸来算得。暗敷设线路总以最短的距离到达灯具，其长度往往依靠比例尺在建筑物平面图上量取算得。

如图 1-6 所示的住宅照明线路施工平面图，从图中可以看出，进线位置在纵向墙南往北第二道轴线处。在楼梯间有一个配电箱，室内有日光灯（荧光灯）、天棚座灯、墙棚座灯、墙壁座灯，楼梯间有吸顶灯、插座、开关及连接这些灯具的线路。

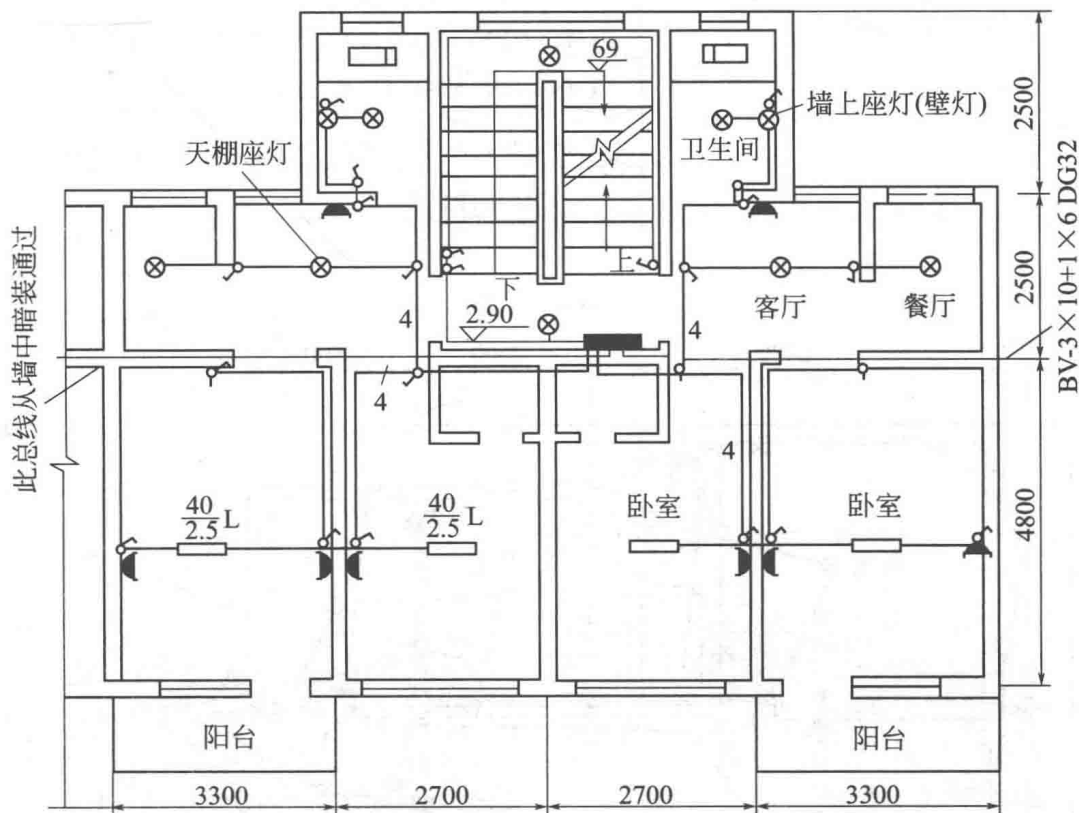


图 1-6 住宅照明线路的施工平面图 (1:100, 尺寸单位: mm)

读图时应注意这些线路平面实际是在房间内的顶部，沿墙的安装要求离地最少 2.5m，图中间位置的线路实际均装设在顶棚上。线路通过门时实际均在门框上部分，所以读图时应有这种想象。

另外，图中的文字符号，如日光灯处所标 L，其意义是分子表示灯管功率为 40W，分母表示灯具距地面高 2.5m，L 表示采用吊链式吊装。总线 BV-3×10+1×6DG32，其意义是 3 根截面积为 10mm² 加 1 根截面积为 6mm² 的 BV 型铜芯电线，从墙中安装的、直径为 32mm 的管道通过。图中 1:100 是指图纸与实际比例为 1:100。

如图 1-7 所示为三室一厅标准层单元的系统图和电气图。图 1-7(a) 系统图可识读出：单元总线为 2 根 16mm²、加 1 根 6mm² 的 BV 型铜芯电线，设计使用功率为 11.5kW，经空气开关（型号 C45N/2P50A）控制，安装管道直径为 32mm。

图 1-7(a) 中：电气分 8 路控制（其中一只在配电箱内配用），各由空气开关（型号：C45N/1P16A）控制一路。每条支路有 2.5mm² 截面的 BV 铜芯线 3 根，穿线管道直径为 20mm。各支路设计使用功率分别为 0.5kW、1.5kW、1.1kW、2kW、1.0kW、1.5kW、

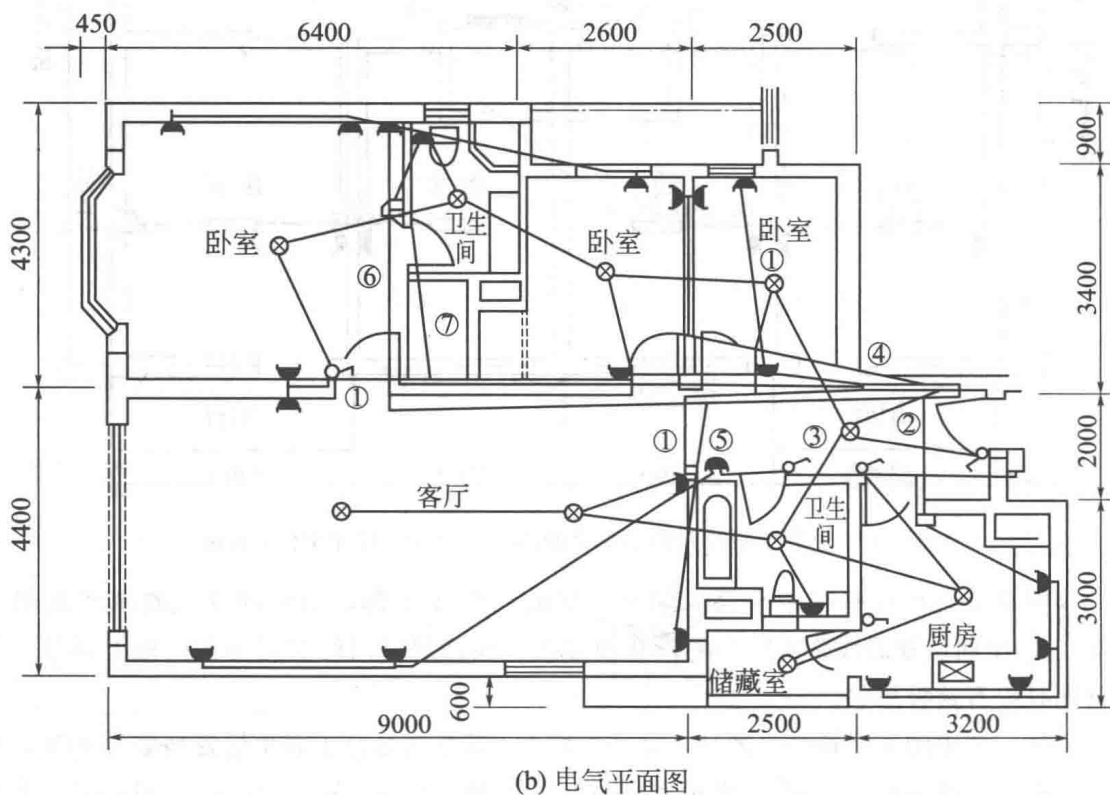
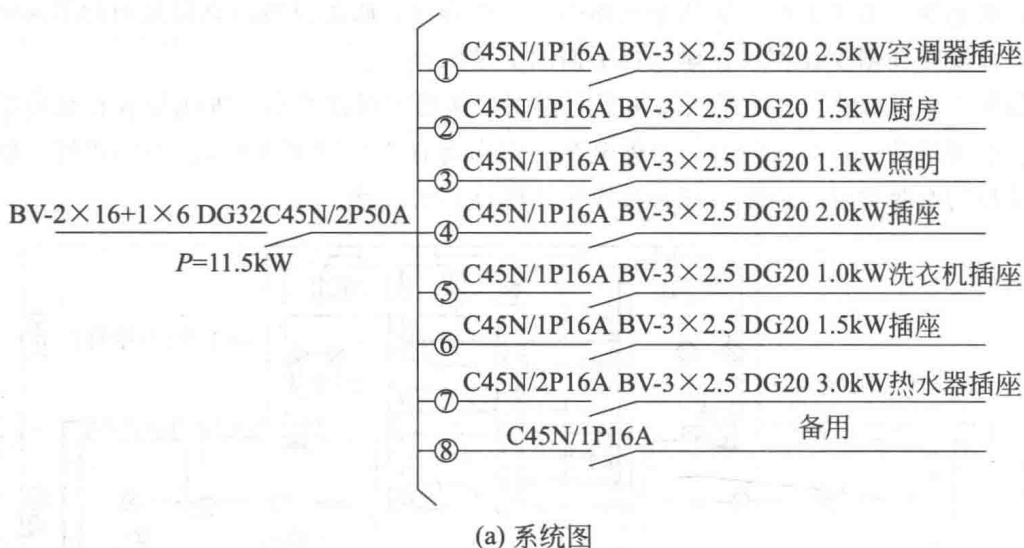


图 1-7 三室一厅住宅单元的系统图和电气图 (尺寸单位: mm)

3kW。在图中, 标出空调器插座、厨房冰箱用插座、洗衣机用插座及开关等电器元件距地面的安装技术数据。

图 1-7(b) 平面图中: 有客厅 1 间、卧室 3 间、卫生间 2 间和厨房、储藏室各 1 间等, 共计 8 间。在门厅过道有配电箱 1 个, 分 8 路 (其中 1 路在配电箱内做备用) 引出; 室内天棚灯座 10 处、插座 20 处, 开关及连接这些灯具 (电器) 的线路。所有的开关和线路为暗敷设, 并在线路上标出①、②、③、④、⑤、⑥、⑦字样, 与图 1-7(a) 系统图一一对应。

以上电气图是常用的主要电气图, 对于较复杂的成套电气设备、智能化楼宇或装置,

为了便于施工,应有局部的放大图、印制电路板图等;有时为了安装技术的保密,只给出安装或系统的功能图、流程图、逻辑图等。

电气图作为一种工程语言,在表达清楚的前提下,越简单越好,以便于工程人员进行识读。

1.2 电气照明的方式

照明分为自然照明和人工照明两种类型。在人类生产和生活中广泛应用的是人工照明方式,它是利用电光源将电能转换为光能,用在夜间照明和自然照明(天然采光)不足的情况下创造明亮的环境。合理的电气照明,对于保护视力,减少事故,提高工作效率以及美化、装饰环境都具有重要的意义。

电气照明的方式分为常用照明和事故照明两种。常用照明又分为一般照明、局部照明和混合照明。

1.2.1 电气照明的种类

电气照明的种类,按用途可分为正常照明、应急照明、值班照明、警卫照明、景观照明和障碍照明。

(1) 正常照明

在正常情况下使用的室内外照明。所有居住房间、工作场所、运动场地、人行车道以及室内外,小区和场地等,都应设置正常照明。如图 1-8 所示。

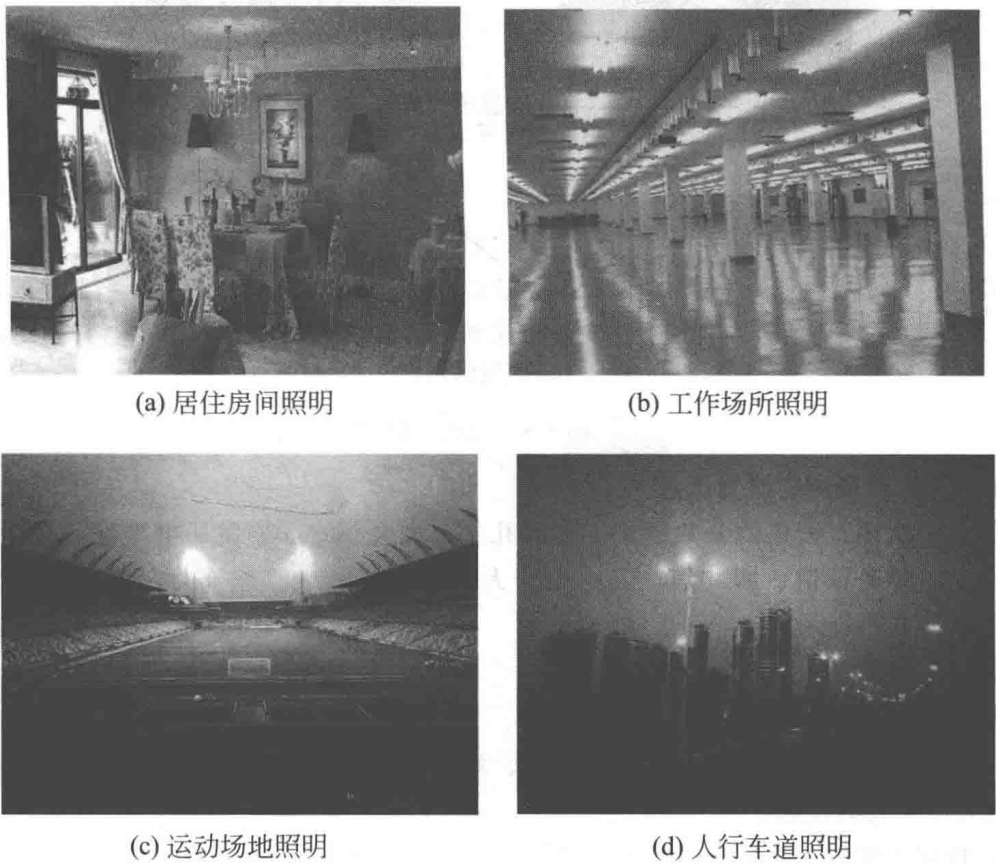


图 1-8 正常照明