



电[⚡]技术

快 速 提 高

阎伟 主编
周照君 孙常华 刘华 编著

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



电工技术

快速提高

本书可作为职业院校、
培训机构、企业培训的教材

中国劳动社会保障出版社
CHINA LABOR & SOCIAL SECURITY PRESS

TM/130

2008

电工技术快速提高

阎 伟 主编

周照君 孙常华 刘 华 编著

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

电工技术快速提高 / 阎伟主编; 周照君, 孙常华, 刘华编著. —北京: 人民邮电出版社, 2008.3
ISBN 978-7-115-17312-6

I. 电… II. ①阎…②周…③孙…④刘… III. 电工技术—基本知识 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 190629 号

内 容 提 要

本书以大量的实物图片和图表形式, 系统地介绍了中级电工应知应会的基本知识和操作工艺。本书的主要内容包括: 电气照明控制技术、常用电工仪器的使用、电气设备的应用技术、电子技术基本操作、供配电技术、电气控制线路的安装、可编程序控制器的应用等。

本书内容丰富, 图文并茂, 通俗易懂, 既可供广大电工人员和电气技术管理人员参考, 也可作为中级电工培训、企业电工培训及再就业转岗电工培训的教材, 同时也可作为中等职业技术学院电工专业的教学参考用书。

电工技术快速提高

-
- ◆ 主 编 阎 伟
 - 编 著 周照君 孙常华 刘 华
 - 责任编辑 张 伟
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
 - 邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
 - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 - 北京铭成印刷有限公司印刷
 - 新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 700×1000 1/16
 - 印张: 14.75
 - 字数: 285 千字 2008 年 3 月第 1 版
 - 印数: 1—5 000 册 2008 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17312-6/TN

定价: 27.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前 言

本书从电气照明知识讲起，由浅入深地介绍了中级电工应知应会的基本知识与操作工艺，以帮助广大青年快速学习电工知识，熟练掌握电工操作技术。

本书内容丰富，图文并茂，具有较强的实用性。读者通过综合运用书中所讲的知识，可熟练掌握电气照明和电气设备的接线、安装、应用及可编程序控制器的应用等技术，达到中级电工所应具备的操作技能。

本书共 7 章，主要内容包括：电气照明控制技术、常用电工仪器的使用、电气设备的应用技术、电子技术基本操作、供配电技术、电气控制线路的安装、可编程序控制器的应用。

本书注重电工技术领域新知识、新技术方面的应用，内容简练，独具特色，同时配有大量的实物图片和图表，既有利于培训讲解也有利于读者自学。本书既可供广大电工人员和电气技术管理人员参考，也可作为中级电工培训、企业电工培训及再就业转岗电工培训的教材，同时也可作为中等职业技术学院电工专业的教学参考用书。

编者在编写本书时参阅了相关书籍、专业文章、技术资料和图片等文献，在此向原作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，恳请广大专业人员和读者给予批评指正。

编者

目 录

第 1 章 电气照明控制技术	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	5
1.2 电气照明常用术语	10
1.2.1 照明常用术语和参数	10
1.2.2 保护接地和接地线	11
1.3 照明供配电系统	13
1.3.1 供电网络的接线方式	13
1.3.2 供电网络的典型接线	14
1.3.3 供电网络的设计原则	20
1.3.4 配电设备的布置	20
1.4 电气照明设计	21
1.4.1 电气照明设计的具体内容	21
1.4.2 住宅电气照明的设计	25
1.4.3 办公建筑电气照明的设计	27
1.4.4 大型商场电气照明的设计	28
1.4.5 体育场电气照明的设计	29
1.4.6 城市道路电气照明的设计	29
1.5 新型电光源	32
1.5.1 霓虹灯	32
1.5.2 LED 固体光源	35
1.5.3 氙气准分子光源	35
1.5.4 微波硫分子灯	36
第 2 章 常用电工仪器的使用	37
2.1 电桥的使用	37
2.1.1 单臂电桥	37
2.1.2 双臂电桥	39
2.2 低频信号发生器的使用	42
2.3 双踪示波器的使用	47

2.4 使用电工仪器的注意事项	54
第3章 电气设备的应用技术	58
3.1 电力变压器的应用与维护	58
3.1.1 电力变压器的分类	58
3.1.2 电力变压器的结构	58
3.1.3 电力变压器的维护	65
3.2 变配电所的高压电器	67
3.2.1 高压隔离开关	67
3.2.2 高压负荷开关	68
3.2.3 高压断路器	69
3.2.4 高压熔断器	71
3.3 直流电动机的使用与维护	73
3.3.1 直流电动机的结构	73
3.3.2 直流电动机的拆装	78
3.3.3 直流电动机的使用、维护与修理	78
3.3.4 无刷直流电动机在电动自行车上的应用	81
第4章 电子技术基本操作	85
4.1 模拟电子电路的安装与调试	85
4.1.1 单相桥式整流、滤波电路	85
4.1.2 直流稳压电源	88
4.1.3 集成运算放大电路	92
4.2 电力电子技术	98
4.2.1 触发电路	98
4.2.2 晶闸管整流应用电路	100
4.3 数字电子电路的安装与调试	102
4.3.1 数字电路基础	102
4.3.2 集成芯片的识别与测试	108
4.3.3 计数、译码和显示电路	112
第5章 供配电技术	118
5.1 供电系统	118
5.2 变配电所的常见形式及选择	122
5.2.1 变配电所形式选择的原则	122
5.2.2 变配电所的形式与选择	122

5.2.3	高层建筑变电所的位置	124
5.3	工厂变配电所的电气主接线	125
5.3.1	电气主接线的基本要求	125
5.3.2	主接线的基本接线方式	125
5.3.3	车间变电所的电气主接线	127
5.3.4	配电装置式主接线图	128
5.4	变配电所的布置	131
5.4.1	变配电所的总体布置	131
5.4.2	高压配电室的布置	131
5.4.3	低压配电室的布置	134
5.4.4	控制室的布置	136
5.4.5	变压器室的布置	136
5.4.6	高压电容器室的布置	137
5.4.7	值班室的布置	138
5.4.8	变配电所高、低压设备及变电设备的同室布置	138
5.4.9	住宅小区变配电所	139
5.4.10	典型变电所举例	139
第6章	电气控制线路的安装	145
6.1	三相异步电动机的控制线路	145
6.1.1	三相鼠笼式异步电动机的Y- Δ 降压启动控制	145
6.1.2	三相绕线式异步电动机的串电阻启动控制	148
6.1.3	三相鼠笼式异步电动机的制动控制	151
6.1.4	电动机的软启动和变频控制	156
6.2	车床的电气控制线路	163
6.2.1	车床的主要结构及运动形式	163
6.2.2	车床的电力拖动特点及控制要求	163
6.2.3	CA6140型车床电气控制线路分析	164
6.2.4	CA6140型车床常见电气故障的分析与检修	166
6.3	万能铣床的电气控制线路	167
6.3.1	铣床的主要结构及运动形式	167
6.3.2	X62W型万能铣床电气控制线路分析	169
6.3.3	X62W型万能铣床常见电气故障的分析与检修	173
第7章	可编程序控制器的应用	175
7.1	可编程序控制器概述	175
7.1.1	PLC的控制功能和性能指标	175

7.1.2 PLC 的基本结构和作用	178
7.1.3 PLC 的工作原理	182
7.2 西门子系列可编程序控制器的应用	184
7.2.1 S7-200 系列 PLC 内部寄存器及 I/O 配置	185
7.2.2 PLC 软件系统及常用编程语言	191
7.2.3 S7-200 系列 PLC 基本位逻辑指令	199
7.2.4 S7-200 系列 PLC 基本功能指令	204
7.2.5 梯形图程序设计中的注意事项	216
7.3 S7-200 系列可编程序控制器的编程实例	218
7.3.1 PLC 在控制三相交流异步电动机中的应用	218
7.3.2 PLC 在交通灯自动控制中的应用	220
参考文献	225

第1章 电气照明控制技术

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,各元器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4根,可用短划线数量代表根数;若导线多于4根,可在短划线旁加数字表示,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。

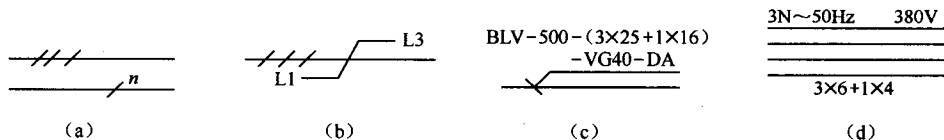


图 1.1 导线表示方法

要表示导线的型号、截面、安装方法等,可采用短划指引线指引,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),当导线的截面积不同时,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,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。

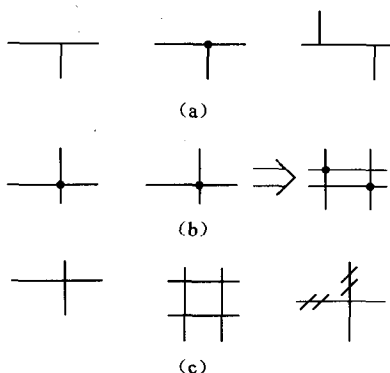


图 1.2 导线连接点示例

3. 连接线分组和标记

(1) 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 3 根,各组间距应大于线间距。

(2) 标记

为了便于看出连接线的功能或去向,可在连接线上或连接中断处作信号名标记或其他标记,如图 1.3 所示。

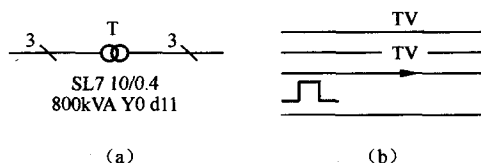


图 1.3 连接线标志示例

1.1.2 电气图识读要求和步骤

1. 读图的基本要求

(1) 电气元器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 作用等。

(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。有关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 所示为某变电所供电系统图,表示该变电所把 10kV 电压通过变压器转换成 380V 电压,经断路器 QF 和母线后通过 FU₁、FU₂、FU₃ 分别供给 3 条支路。

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

地采用多线图表示。

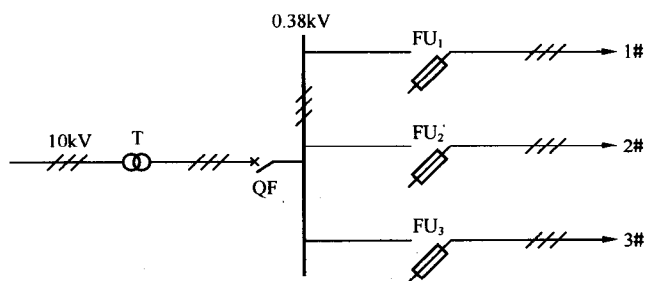


图 1.4 某变电所供电系统图

(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。阅读电气图时，首先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。



看主电路时，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，则应搞清辅助电路的回路构成，各元件之间的相互联系、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，而端子板上就有线号的接点，外部电路的线号只要在端子板的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 所示电气安装接线图中，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。

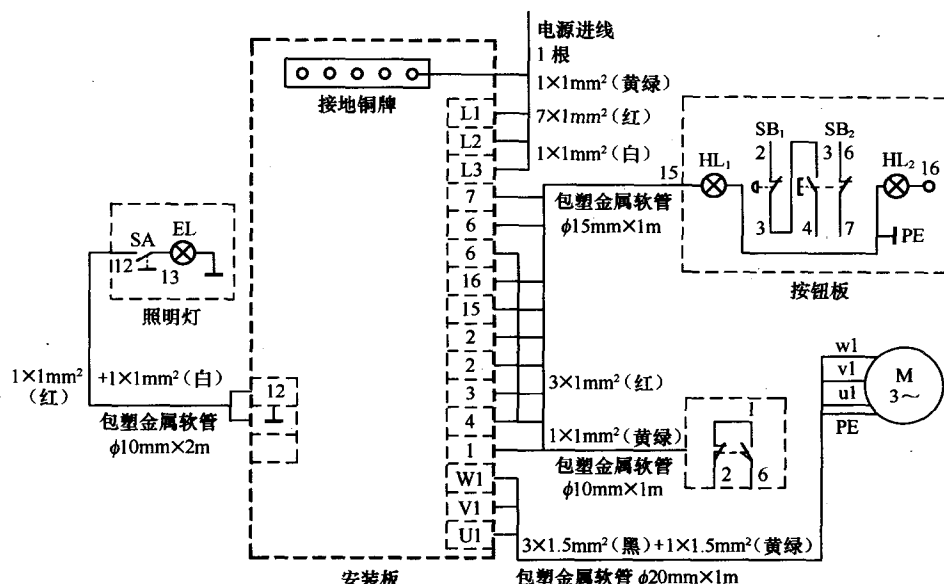


图 1.5 车间某动力设备电气安装接线图

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。常用建筑图形符号见表 1.2。

表 1.1 电气照明施工图常用图形符号

图 形 符 号	说 明	图 形 符 号	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

续表

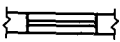
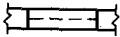
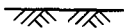
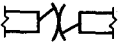
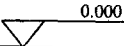
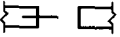
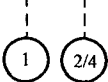
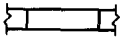
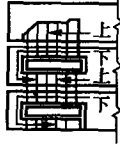
图 形 符 号	说 明	图 形 符 号	说 明
	球形灯		单极拉线开关
	壁灯		风扇调速开关
	花吊灯		单相暗装插座
	单管荧光灯		暗装接地单相插座
	双管荧光灯		暗装接地三相插座
	弯灯		安全型单相双孔暗装插座
	应急灯		安全型单相三孔暗装插座
	投光灯		双连二极暗装插座
	天棚灯		安全型双连二极暗装插座
	聚光灯		电话插座
	斜照型灯		电视插座
	泛光灯		电信插座
	壁装座灯		方格栅吸顶灯

表 1.2

常用建筑图形符号

图 形 符 号	说 明	图 形 符 号	说 明
	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

续表

图 形 符 号	说 明	图 形 符 号	说 明
	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尺寸来计算。暗敷设线路总以最短的距离到达灯具,其长度往往依据比例尺在建筑物平面图上量取计算。

图 1.6 所示为某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、墙壁座灯,楼梯间有吸顶灯、插座、开关及连接这些灯具的线路。

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像。

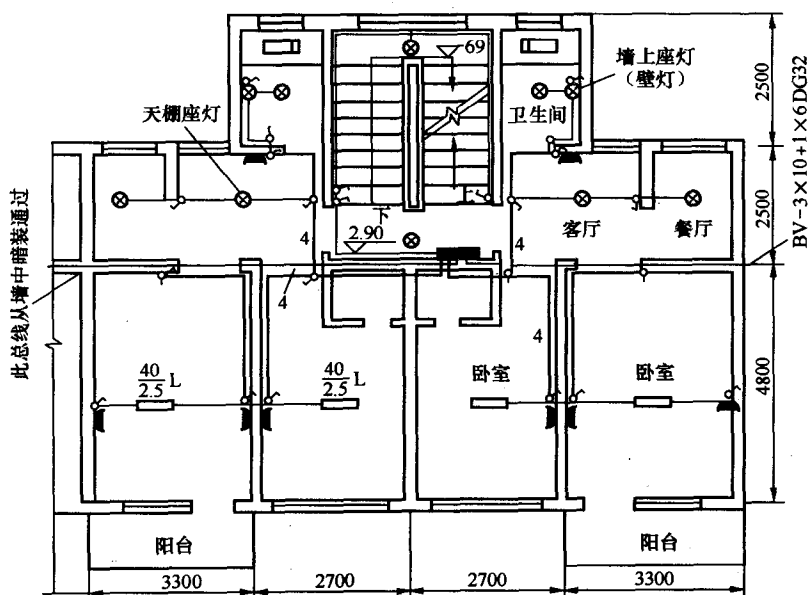


图 1.6 某住宅照明线路施工平面图 (1:100)

另外, 图中的文字符号, 如日光灯处所标 $\frac{40}{2.5}L$, 其含义是: 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+1×6 DG32, 其含义是: 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。

图 1.7 所示为三室一厅住宅单元的系统图和电气图。由图 1.7 (a) 所示系统图可识读出: 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 1 路在配电箱内备用), 各由空气开关 (型号为 C45N/1P16A) 控制 1 路; 每条支路有横截面积为 2.5mm² 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 2.5kW、1.5kW、1.1kW、2.0kW、1.0kW、1.5kW、3.0kW。在图中, 标出了空调器插座、厨房冰箱插座、洗衣机插座及开关等电器元件距地面的安装技术数据。

图 1.7 (b) 中: 有客厅 1 间、卧室 3 间、卫生间 2 间和厨房、储藏室各 1 间, 共计 8 间; 在门厅过道有配电箱 1 个, 分 8 路 (其中 1 路在配电箱内备用) 引出; 室内有天棚座灯 (10 处)、插座 (20 处)、开关及连接这些灯具 (电器) 的线路。