

JIANZHU DIANGONG CHANGYONG GONGSHI
YU SHUJU SUCHA SHOUC

建筑电工常用公式 与数据速查手册

陈建华 主编



化学工业出版社

JIANZHU DIANGONG CHANGYONG GONGSHI
YU SHUJU SUCHA SHOUC

建筑电工常用公式 与数据速查手册

陈建华 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书依据建筑电气工程设计必须遵循的现行国家规范、规程、标准以及必须贯彻执行的设计原则和技术政策,全面、系统地介绍了建筑电工工作中常用的技术数据及公式。本书共分十章,主要内容包括:建筑电气识图基础知识,常用电工材料与仪表,负荷计算,配变电,供配电系统,电缆、电线选择及线路敷设,常用电气设备,电气照明,建筑物防雷与接地安全,智能建筑电气设备。

本书内容全面、叙述由浅入深、语言通俗易懂,是从事建筑电工、建设电气工程设计与施工等相关从业人员的手边书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑电工常用公式与数据速查手册/陈建华主编. —北京:化学工业出版社, 2015. 2

ISBN 978-7-122-22761-4

I. ①建… II. ①陈… III. ①建筑工程-电工技术-公式-技术手册②建筑工程-电工技术-数据-技术手册
IV. ①TU85-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 007215 号

责任编辑:彭明兰

装帧设计:孙远博

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:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张11½ 字数208千字 2015年6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: 38.00 元

版权所有 违者必究

“居者有其屋”是无数人的追求，正因为有这样的需求推动，使得房地产行业蓬勃发展，市场也存在着大量已建成或在建的房屋工程，这些房屋的电气工程就是一个庞大的市场，也使得市场上也需要大量建筑电气工程相关的专业人员。

本书依据建筑电气工程设计必须遵循的现行国家规范、规程、标准以及必须贯彻执行的设计原则和技术政策，全面、系统地介绍了建筑电工工作中常用的技术数据及公式。读者通过本书的学习，可以较快地查询电气工程中的相关数据，提高处理电气工程中出现问题的效率，是建筑电工，建筑电气工程设计、施工、运行、管理以及产品研发、生产制造等方面的工程技术人员必备的专业性工具书。

本书共分十章，主要内容包括：建筑电气识图基础知识，常用电工材料与仪表，负荷计算，配变电，供配电系统，电缆、电线选择及线路敷设，常用电气设备，电气照明，建筑物防雷与接地安全，智能建筑电气设备。

本书由陈建华主编，参与编写的人员有：叶萍、李小丽、王军、李子奇、于兆山、蔡志宏、刘彦萍、张志贵、刘杰、李四磊、孙银青、肖冠军、王勇、梁越、安平、马禾午、谢永亮、李广、黄肖、邓毅丰、孙盼、张娟、李峰、余素云、周彦、邓丽娜、杨柳、穆佳宏、张蕾、刘团团、徐彤、陈思彤、赵莉娟、祝新云、潘振伟、王效孟、赵芳节、王庶、张雪莹、王力宇。

由于时间和编者水平所限，疏漏和不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正！

编者
2015年4月

第 1 章 建筑电气识图基础知识	1
1.1 电气图常用符号	1
1.2 电气图的种类	5
1.3 电气原理图的识读	7
第 2 章 常用电工材料与仪表	10
2.1 电线	10
2.2 开关插座	11
2.3 线路保护器	12
2.4 常用电工仪表	14
第 3 章 负荷计算	26
3.1 负荷分级及供电要求	26
3.2 住宅负荷计算	31
3.3 电压选择和电能质量	41
第 4 章 配变电	45
4.1 高压配电室内配电装置	45
4.2 低压配电室设备安装	46
4.3 变压器的选择	47
4.4 变压器低压侧出线选择	49
4.5 柴油发电机组线选择与安装	50
第 5 章 供配电系统	54
5.1 电源及供配电系统	54
5.2 低压配电系统	54
5.3 无功功率补偿	55
5.4 低压配电线路的保护	59
第 6 章 电缆、电线选择及线路敷设	64
6.1 室外架空线路与敷设	64
6.2 室内配电线路	66
6.3 电缆线路敷设	74

第 7 章 常用电气设备	77
7.1 高压电气设备的选择	77
7.2 低压电气设备的选择	91
第 8 章 电气照明	98
8.1 光源选用和灯具选型	98
8.2 照明光源技术数据	105
8.3 照明质量	106
8.4 照度标准值	108
8.5 照度计算	110
第 9 章 建筑物防雷与接地安全	116
9.1 建筑物的防雷装置	116
9.2 低压配电系统的接地	119
9.3 安全防护	131
第 10 章 智能建筑电气设备	135
10.1 火灾自动报警及联动控制系统	135
10.2 安全技术防范系统	147
10.3 建筑设备监控系统	151
10.4 通信网络系统、信息网络系统	159
10.5 综合布线系统	161
10.6 有线电视和卫星电视接收系统	162
10.7 广播、扩声与会议系统	164
10.8 呼应（叫）信号及信息显示系统	167
附录	169
附录 1 建筑电工常用数学公式	169
附录 2 建筑电工常用数据	169
参考文献	175

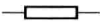
第1章 建筑电气识图基础知识

1.1 电气图常用符号

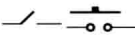
1.1.1 图形符号

常用电气图形和文字符号见表 1-1。

表 1-1 常用电气图形和文字符号

名 称	图形符号	文字符号	名 称	图形符号	文字符号
电 流		A	可变电容器		C
电 压		V	线圈		L
交 流		AC	半导体二极管		VD
直 流		DC	光电二极管		VD
断 开		OFF	发光二极管		VD
闭 合		ON	三极管(NPN 型)		VT
电阻器		R	三极管(PNP 型)		VT
电位器		RP	熔断器		FU
热敏电阻器		RT	插座		
电容器		C	电 流 表		PA
极性电容器		C	电 压 表		PV

续表

名 称	图形符号	文字符号	名 称	图形符号	文字符号
千瓦时表 或瓦千时表			导线不连接		
灯		HL	开关		K
话筒		BM	天线		W
扬声器		BL	接地		
耳塞机		B	接机壳		
继电器		K	变压器		TR
电池、 电池组		GB	磁棒线圈		L
导线连接			日光灯		
导线交叉连接			启辉器		

1.1.2 设备、装置和元器件

设备、装置和元器件符号见表 1-2。

表 1-2 设备、装置和元器件符号

设备、装置和元器件种类		基本文字符号	
		单字母符号	双字母符号
部件组件	电桥	A	AB
	晶体管放大器		AD
	集成电路		
	放大器		AJ
	磁放大器		AM
非电量到电量变换器或电量到非电量变换器	传声器	B	
	扬声器		
	压力变换器		BP
	位置变换器		BQ
	温度变换器		BT
	速度变换器		BV

续表

设备、装置和元器件种类		基本文字符号	
		单字母符号	双字母符号
电容器	电容器	C	
其他元器件	发热元件	E	EH
	照明灯		EL
	空气调节器		EV
保护	避雷器	F	
	熔断器		FU
	限压保护器件		FV
发生器电源	同步发电机	G	GS
	异步发电机		GA
	蓄电池		GB
信号器件	声光指示器	H	HA
	光指示器		HL
	指示灯		HL
继电器、接触器	电流继电器	K	KA
	接触器		KM
	变化率继电器		KR
变压器	电流互感器	T	TA
	控制变压器		TC
	电力变压器		TM
	电压互感器		TV
电感器	感应线圈	L	
	驻波器		
	电抗器		
电动机	电动机	M	
	同步电动机		MS
测量设备、试验设备	指示器件	P	
	电流表		PA
	电能表		PJ
	记录仪器		PS
	电压表		PV
电力电路的开关器件	断路器	Q	QF
	电机保护开关		QM
	隔离开关		QS

续表

设备、装置和元器件种类		基本文字符号	
		单字母符号	双字母符号
电阻器	电阻器	R	RH
	变阻器		RP
	电位器		RP
控制、记忆、信号电路的开关器件选择器	控制开关	S	SA
	选择开关		SA
	按钮开关		SB
	压力开关		SL
	温度开关		ST
	温度传感器		ST

1.1.3 电气施工图的常用标注格式

电气施工图的常用标注格式见表 1-3。

表 1-3 电气施工图的常用标注格式

用电设备或电动机出线口处的标写格式	电力或照明设备一般的标注方法	配电线路上的标写格式
$\frac{a}{b}$ 或 $\frac{a}{b} - \frac{c}{d}$ <i>a</i> ——设备编号； <i>b</i> ——额定功率，kW； <i>c</i> ——路线首端熔断片或自动开关释放的电流，A； <i>d</i> ——标高，m	$a \frac{b}{c}$ 或 $a-b-c$ $a \frac{b-c}{d(e \times f)-g}$ <i>a</i> ——设备编号； <i>b</i> ——设备型号； <i>c</i> ——设备功率，kW； <i>d</i> ——导线型号； <i>e</i> ——导线根数； <i>f</i> ——导线截面，mm ² ； <i>g</i> ——导线敷设方式及部位	$a-b(c \times d)e-f$ 末端支路只注编号时为： <i>a</i> ——回路编号； <i>b</i> ——导线型号； <i>c</i> ——导线根数； <i>d</i> ——导线截面； <i>e</i> ——敷设方式及穿管管径； <i>f</i> ——敷设部位
交流电	照明灯具的表达格式	
$m \sim f, u$ <i>m</i> ——交流系统电源第三相； <i>f</i> ——交流系统设备端第一相； <i>u</i> ——交流系统设备端第二相； 例：交流三相带中性线表示如下 3N~50Hz, 380V N——中性线	$a-b \frac{c \times d \times L}{e} f$ <i>a</i> ——灯具数； <i>b</i> ——型号或编号； <i>c</i> ——每盏灯的灯泡数或灯管数； <i>d</i> ——灯泡容量，W； <i>L</i> ——光源种类； <i>e</i> ——安装高度，m； <i>f</i> ——安装方式 注：1. 安装高度。壁灯时，指灯具中心与地距离；吊灯时，为灯具底部与地距离。 2. 灯具符号内已标注编号者，不再注明型号	

续表

标注照明变压器规格的格式	电话交接箱上标写的格式	标注相序的代号
$\frac{a}{b}-c$ a ——一次电压,V; b ——二次电压,V; c ——额定容量,V·A	$\frac{a-b}{c}d$ a ——编号; b ——型号; c ——线序; d ——用户数	L_1 ——交流系统电源第一相; L_2 ——交流系统电源第二相; L_3 ——交流系统电源第三相; U ——交流系统设备端第一相; V ——交流系统设备端第二相; W ——交流系统设备端第三相; N ——中性线
标注线路的代号	标写计算用的代号	在电话线路上标写的格式
PG——配电干线; LG——电力干线; MG——照明干线; PFG——配电分干线; LFG——电力分干线; MFG——照明分干线; KZ——控制线	P_e ——设备容量,kW; P_{is} ——有功功率,kW; I_{is} ——计算电流,A; I_z ——整定电流,A; K_x ——需要系数; $\Delta U\%$ ——电压损失; $\cos\varphi$ ——功率因素	$a-b(c\times d)e-f$ a ——编号; b ——型号; c ——导线对数; d ——导线芯径,mm; e ——敷设方式和管径; f ——敷设部位

1.2 电气图的种类

1.2.1 电气图定义

电气图是用电气图形符号、带注释的围框或简化外形表示电气系统或设备中组成部分之间相互关系及其连接关系的一种图。广义地说表明两个或两个以上变量之间关系的曲线,用以说明系统、成套装置或设备中各组成部分的相互关系或连接关系,或者用以提供工作参数的表格、文字等,也属于电气图之列。

1.2.2 电气图分类

- ① 系统图或框图 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(图 1-1)。
- ② 电路图 用图形符号并按工作顺序排列,详细表示电路、设备或成套装置的全部组成和连接关系,而不考虑其实际位置的一种简图。目的是便于详细理解作用原理、分析和计算电路特性(图 1-2)。
- ③ 功能图 表示理论的或理想的电路而不涉及实现方法的一种图,其用途是提供绘制电路图或其他有关图的依据。
- ④ 逻辑图 主要用二进制逻辑(与、或、异或等)单元图形符号绘制的一种简图,其中只表示功能而不涉及实现方法的逻辑图叫纯逻辑图。

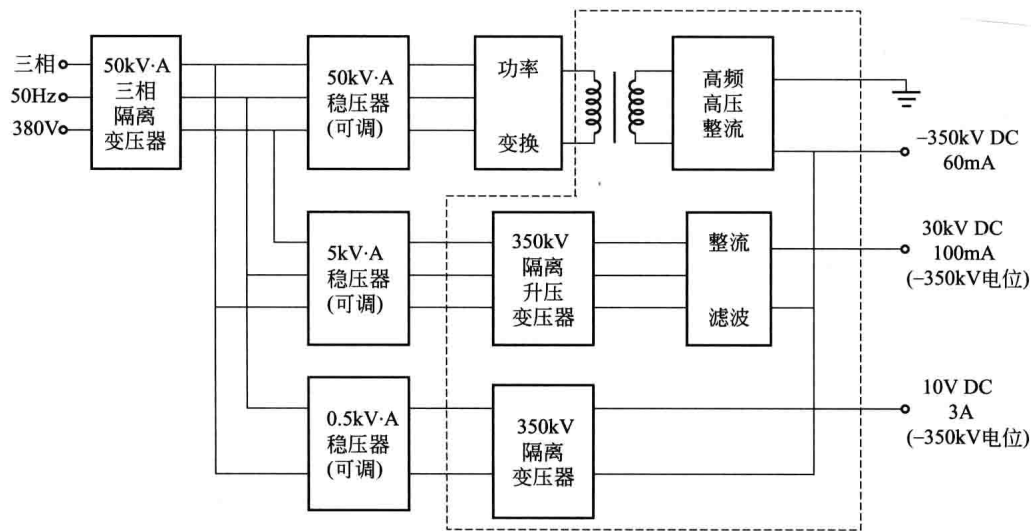


图 1-1 电气系统图或框图

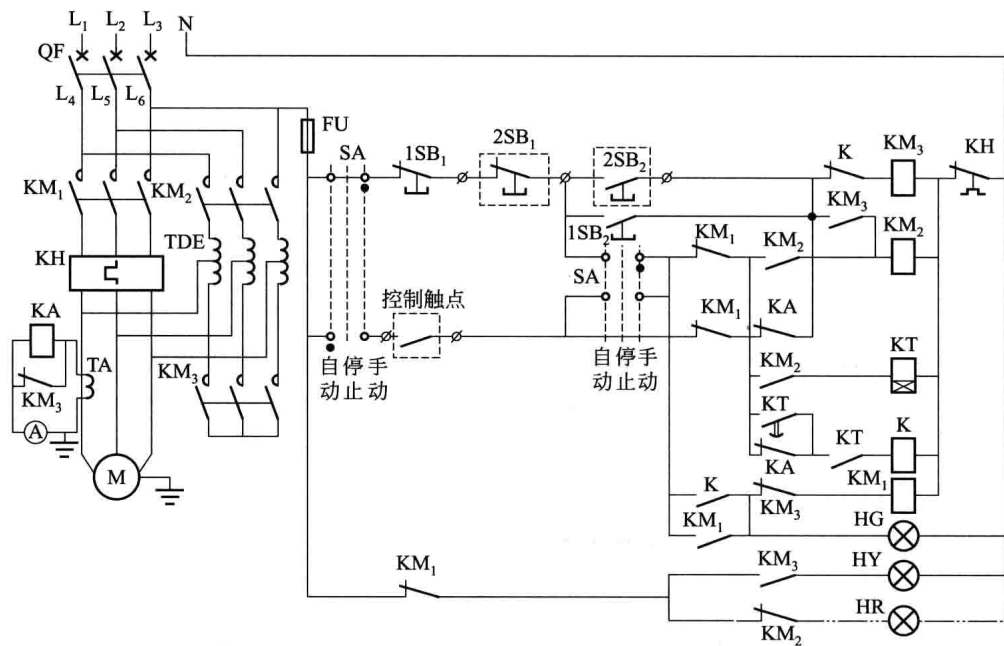


图 1-2 电气电路图

⑤ 功能表图 表示控制系统的作用和状态的一种图。

⑥ 等效电路图 表示理论的或理想的元件（如 R、L、C）及其连接关系的一种功能图。

⑦ 程序图 详细表示程序单元和程序片及其互连关系的一种简图。

⑧ 设备元件表 把成套装置、设备和装置中各组成部分和相应数据列成的

表格，其用途表示各组成部分的名称、型号、规格和数量等。

⑨ 端子功能图 表示功能单元全部外接端子，并用功能图、表图或文字表示其内部功能的一种简图。

⑩ 接线图或接线表（图 1-3） 表示成套装置、设备或装置的连接关系，用以进行接线和检查的一种简图或表格。

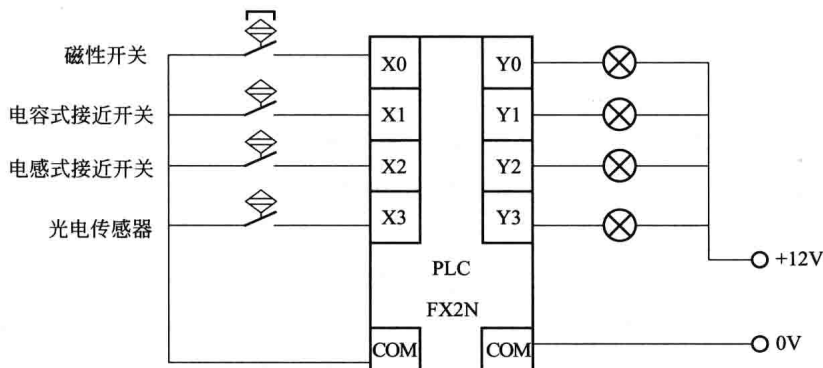


图 1-3 电气接线图

单元接线图或单元接线表：表示成套装置或设备中一个结构单元内的连接关系的一种接线图或接线表（结构单元指在各种情况下可独立运行的组件或某种组合体）。

互连接线图或互连接线表：表示成套装置或设备的不同单元之间连接关系的一种接图或接线表（线缆接线图或接线表）。

端子接线图或端子接线表：表示成套装置或设备的端子以及接在端子上的外部接线（必要时包括内部接线）的一种接线图或接线表。

电费配置图或电费配置表：提供电缆两端位置，必要时还包括电费功能、特性和路径等信息的一种接线图或接线表。

⑪ 数据单 对特定项目给出详细信息的资料。

⑫ 简图或位置图 表示成套装置、设备或装置中各个项目的位置的一种简图或位置图。指用图形符号绘制的图，用来表示一个区域或一个建筑物内成套电气装置中的元件位置和连接布线。

1.3 电气原理图的识读

（1）看主电路的步骤

① 看清主电路中的用电设备。用电设备指消耗电能的用电器具或电气设备，看图首先要看清楚有几个用电器，它们的类别、用途、接线方式及一些不同要

求等。

② 要弄清楚用电设备是用什么电气元件控制的。控制电气设备的方法很多，有的直接用开关控制，有的用各种启动器控制，有的用接触器控制。

③ 了解主电路中所用的控制电器及保护电器。前者是指除常规接触器以外的其他控制元件，如电源开关（转换开关及空气断路器）、万能转换开关。后者是指短路保护器件及过载保护器件，如空气断路器中的电磁脱扣器及热过载脱扣器的规格，熔断器、热继电器及过电流继电器等元件的用途和规格。一般来说，对主电路作如上内容的分析以后，即可分析辅助电路。

④ 看电源。要了解电源电压等级是 380V 还是 220V，是从母线汇流排供电还是配电屏供电，或者是从发电机组接出来的。

（2）看辅助电路的步骤

辅助电路包含控制电路、信号电路和照明电路。

分析控制电路就是根据主电路中各电动机和执行电器的控制要求，逐一找出控制电路中的其他控制环节，将控制线路“化整为零”，按功能不同划分成若干个局部控制线路来进行分析。如果控制线路较复杂，则可先排除照明、显示等与控制关系不密切的电路，以便集中精力进行分析。

① 看电源。首先，看清电源的种类是交流还是直流。其次，要看清辅助电路的电源是从什么地方接来的以及其电压等级。电源一般是从主电路的两条相线上接来，其电压为 380V。也有从主电路的一条相线和一零线上接来，电压为单相 220V；此外，也可以从专用隔离电源变压器接来，电压有 140V、127V、36V、6.3V 等。辅助电路为直流时，直流电源可从整流器、发电机组或放大器上接来，其电压一般为 24V、12V、6V、4.5V、3V 等。辅助电路中的一切电气元件的线圈额定电压必须与辅助电路电源电压一致。否则，电压低时电气元件不动作；电压高时则会把电气元件线圈烧坏。

② 了解控制电路中所采用的各种继电器、接触器的用途，如一些特殊结构的继电器，还应了解它们的动作原理。

③ 根据辅助电路来研究主电路的动作情况。

分析了上面这些内容再结合主电路中的要求，就可以分析辅助电路的动作过程。

控制电路总是按动作顺序画在两条水平电源线或两条垂直电源线之间的。因此，也就可以从左到右或从上到下来进行分析。对复杂的辅助电路，电路中整个辅助电路构成一条大回路，在这条大回路中又分成几条独立的小回路，每条小回路控制一个用电器或一个动作。当某条小回路形成闭合回路有电流流过时，在回路中的电气元件（接触器或继电器）则动作，把用电设备接入或切除电源。在辅

助电路中一般是靠按钮或转换开关把电路接通的。对于控制电路的分析必须随时结合主电路的动作要求来进行,只有全面了解主电路对控制电路的要求以后,才能真正掌握控制电路的动作原理,不可孤立地看待各部分的动作原理,而应注意各个动作之间是否有互相制约的关系,如电动机正、反转之间应设有联锁等。

④ 研究电气元件之间的相互关系。电路中的一切电气元件都不是孤立存在的,而是相互联系、相互制约的。这种互相控制的关系有时表现在一条回路中,有时表现在几条回路中。

⑤ 研究其他电气设备和电气元件。如整流设备、照明灯等。

第2章 常用电工材料与仪表

2.1 电 线

(1) 电线的种类与规格

① 电线种类

a. 塑铜线。一般是配合穿线管材在一起使用，多用于建筑装修施工中的隐蔽工程。为区别不同线路的零、火、地线，设计有不同的表面颜色，一般多以红线代表“火”线，双色线代表“地”线，蓝线代表“零”线，但由于不同场合的施工和条件要求，颜色的区分也不尽相同。

b. 护套线。一种双层绝缘外皮的导线，它可用于露在墙体之外的明线施工，由于它的双层护套，使它的绝缘性能和防破损性能大大提高，但是散热性能相对塑铜线有所降低，所以不提倡将多路护套线捆扎在一起使用，那样会大大降低它的散热能力，时间过长会使电线老化，造成危害。

c. 橡套线。橡套线又称水线，是可以浸泡在水中使用的电线，它的外层是一种工业用绝缘橡胶，可以起到良好的绝缘和防水作用。橡套线是室外使用、施工的专用线。

② 民用建筑电线的种类和规格

a. 民用建筑电线一般有硬线（BV）和软线（BVR）之说，用于供电、照明、插座、空调；还有一种叫做硬、软线（弱电线），分别由单根和数根铜芯线组成。

b. 家庭常用的电线截面规格有 1.5mm^2 、 2.5mm^2 、 4mm^2 、 6mm^2 、 10mm^2 等几种。一般来说， 1mm^2 的电线最大可承受 $5\sim 6\text{A}$ 的电流。

(2) 音响线

音响线又称喇叭线，是由高纯度铜作为导体制成的。有一种音响线叫做“发烧线”，是用银或镀银作为导体制成的，价格非常昂贵，所以普遍使用的是铜制的音响线。

① 音响线的功能 音响线是用于家庭影院中功放与主音箱及环绕音箱的连接。

② 音响线常用规格 有 32 支、50 支、70 支、100 支、200 支、400 支、504

支。这里的“支”是指该规格音响线由相应的铜芯根数所组成，如100支就是由100根铜芯组成的音响线。

③ 使用音响线注意事项

- a. 主音箱应选用200支以上的音响线。
- b. 环绕音箱用50~100支左右的音响线。
- c. 如果需暗埋音响线，最好要用PVC线管进行埋设。

(3) 电话线

电话线也是由铜芯线构成的，芯数可决定可接电话分机的数量，但与信号传输速率无关，信号传输速率取决于铜芯的纯度及横截面积。

① 电话线常用规格有二芯、四芯、六芯三种。我国的电话线、网络及电话插口多为二芯、四芯，可接分机，而欧美国家的电话插口多为六芯。

② 在选电话线时，如果使用普通电话，选用二芯电话线即可；如果使用传真机或者电脑拨号上网，最好选用四芯或六芯电话线。

(4) 电线管

家庭装修的布线一般都采用PVC塑料管作电线保护管材。PVC管主要应用于明装或暗装配线工程中，对电线、电话线、有线电视线路等起到良好的保护作用。

① PVC护线管根据施工的不同可分为圆管、槽管、波形管。

② 根据PVC管管壁的薄厚可分为轻型管、中型管、重型管。轻型管主要用于挂顶；中型管多用于明装或暗装；重型管主要用于埋藏在混凝土中。

2.2 开关插座

(1) 开关插座的种类

① 明装型开关插座用于直接在墙体平面安装，走明线连接，不用任何配套线盒，所以无统一的型号规格，虽灵活方便，但不太美观。

② 暗装型开关插座需与有统一规格尺寸的明盒或暗盒固定配套使用。暗装开关插座的型号有75、86、100、118、120、146等几种型号，其中86型（86mm×86mm）和120型（120mm×60mm）较为常用。每种不同型号有不同的配套明盒和暗盒。暗装开关插座安装时所有接线部分都在暗盒中藏于墙体内部，只有开关插孔面板露于墙体表面，加上不同型号的不同色彩修饰，比较适合现代室内装修使用。

③ 接线板主要用于延伸固定电源的活动电源插座。

④ 绕线器主要用于室内外施工时延伸电源。