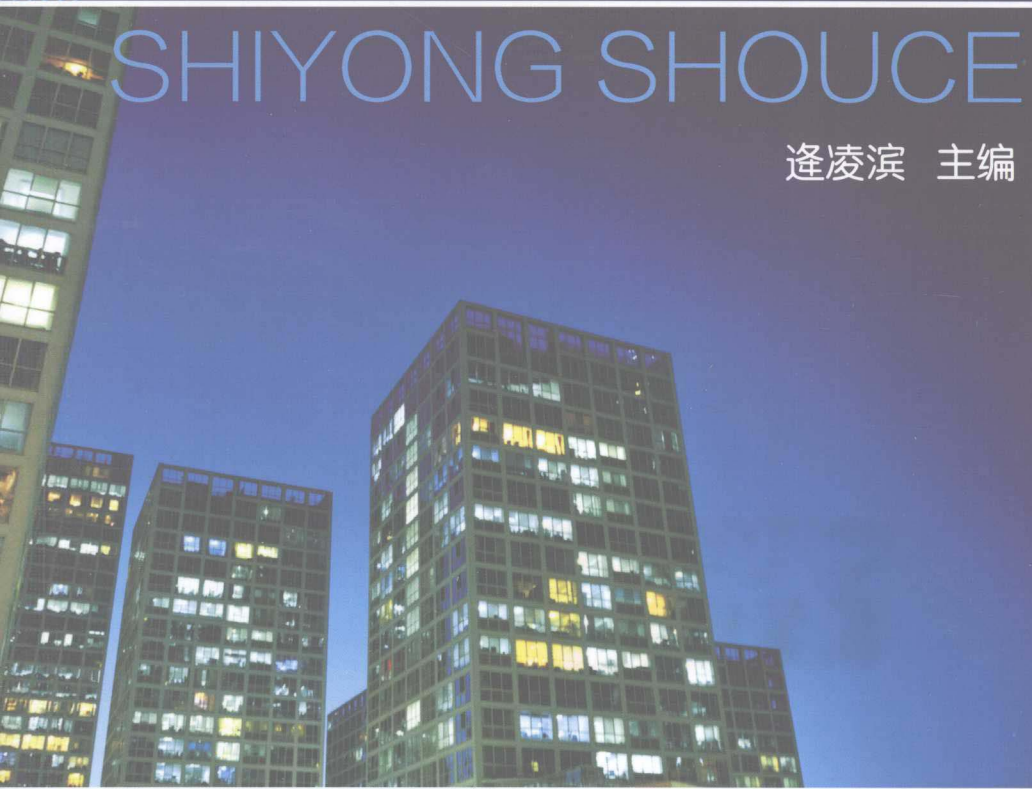


建筑电气工程师 实用手册

JIANZHU
DIANQI
GONGCHENGSHI

SHIYONG SHOUCHE

逢凌滨 主编



化学工业出版社

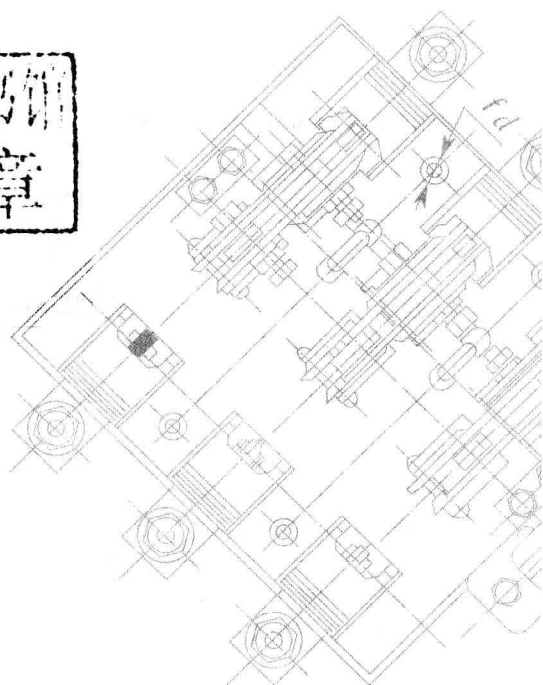
建筑电气工程师 实用手册

JIANZHU
DIANQI
GONGCHENGSHI

SHIYONG SHOUC

逢凌滨 主编

常州大学图书馆
藏书章



化学工业出版社

· 北京 ·

本书详细阐述了建筑电气工程师应知应会的理论与实务知识,内容包括:建筑电气工程常用材料,建筑电气安装常用符号、规格做法及常用标注方法,供配电系统,配变电所,继电保护、二次回路及电气测量,低压配电,配电线路布线系统,电气照明设计,架空线路及杆上电气设备的安装,电缆工程施工,室内配线工程施工,配电柜和低压电气设备的安装,电气照明器具的安装,防雷与接地系统的安装,建筑电气工程施工质量控制等共15章。

本书内容简明易懂,结构体例清晰,具有很强的实用性,可供从事建筑电气设计、施工、运行、管理和维护等人员使用,也可供其他相关的电气工作者和大中专院校的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑电气工程师实用手册/逢凌滨主编. —北京:

化学工业出版社, 2012. 5

ISBN 978-7-122-13749-4

I. 建… II. 逢… III. 房屋建筑设备: 电气设备—
建筑安装—工程施工—技术手册 IV. TU85-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 039345 号

责任编辑: 徐 娟

文字编辑: 刘砚哲

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 史利平

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: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张19 字数529千字 2013年1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: 49.00 元

版权所有 违者必究

编写人员名单

主 编：逢凌滨

编写人员：王立平 王熙然 白 彤 刘 东
刘济铭 王琳琳 宋 宇 宋宜静
张 屹 张 鹤 李大伟 张紫薇
李文文 陈文超 单晓栋 郑达飞
侯永清 姚宇航 董 航 赵海涛
赵越阳 韩月波 贾宏亮 白雅君
逢凌滨

Preface

前言

建筑电气行业是建筑业、房地产业、装备制造业等行业的重要组成部分，随着科学技术的快速发展，人们对建筑物的功能要求越来越高，建筑电气在建筑业中的地位也越来越重要。因此，做好建筑电气工程的设计、施工及管理等工作，对我国建筑施工水平的促进和提高有积极的作用。

建筑电气工程师作为完成建筑电气工程设计、施工及管理的主要工作人员，其岗位职责包括：负责在建筑工程前期和使用部门、设计单位协商确定相关功能，明确设计要求，配合项目负责人做好设计委托书；负责配合项目负责人管好所属项目的设计和施工质量；掌握电气相关专业新工艺新技术的应用；把好现场原材料的质量关，并配合项目负责人召集相关部门做好可调价材料的价格把关工作；配合维修项目负责人做好维修项目相关专业的设计、施工质量及管理工作；参与项目规划工作，为项目规划提供相关资料、数据及做好配合，并把好相关专业的规划关等。

目前，建筑电气工程师的地位不断提高，但要真正做好工作并非仅仅取得执业资格就可以，还需要有丰富的多领域的知识储备。本书正是为满足建筑电气工程师的实际工作需求，依据最新的设计、施工规范及编者的工作经验而编写，内容上涵盖建筑电气工程的材料、数据、图例、设计计算、施工技术及质量控制，体例上运用最简单、最直接的手法进行编写，方便读者阅读使用。

本书在编写过程中参考了国内同行的多部著作，部分经验丰富的建筑电气工程师也给我们提供了很多宝贵意见，在此，对他们表示衷心的感谢！由于编者水平有限，书中不当之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者
2012年10月

Contents

目 录

▶ 第 1 篇	建筑电气工程基础篇	1
1	建筑电气工程常用材料	1
1.1	常用导电材料及电线电缆	1
1.2	常用绝缘材料	5
1.3	常用安装材料	6
2	建筑电气安装常用符号、规格做法及常用标注方法	9
2.1	电气图中的常用图形符号	9
2.2	建筑电气工程图中常用的规格做法	19
2.3	常用电气设备的标注方法	21
▶ 第 2 篇	建筑电气工程设计篇	24
3	供配电系统	24
3.1	负荷分级及供电要求	24
3.2	电源及供配电系统	28
3.3	电压选择和电能质量	31
3.4	负荷计算	35
3.5	无功补偿	49
4	配变电所	58
4.1	所址选择	58
4.2	配电变压器选择	59
4.3	主接线及电器选择	61
4.4	配变电所形式和布置	67
4.5	10(6)kV 配电装置	71
4.6	低压配电装置	74
4.7	电力电容器装置	74
4.8	配电所对有关专业的要求	75
5	继电保护、二次回路及电气测量	77
5.1	继电保护装置的选择	77
5.2	继电保护装置的接线	79
5.3	电力线路的保护	80
5.4	变(配)电装置的保护	84
5.5	电力电容器的保护	87
5.6	10(6)kV 分段母线保护	91
5.7	自动投入装置安装规定	93
5.8	二次回路设计	94

5.9	电气测量与电能计量	96
6	低压配电	101
6.1	低压配电系统	101
6.2	导体选择	103
6.3	低压电器的选择	105
6.4	低压配电线路的保护	113
6.5	低压配电系统的电击防护	114
7	配电线路布线系统	119
7.1	金属导管布线	119
7.2	可挠金属电线保护套管布线	120
7.3	金属线槽布线	122
7.4	刚性塑料导管(槽)布线	124
7.5	电力电缆布线	126
7.6	电缆桥架布线	130
7.7	封闭式母线布线	131
7.8	电气竖井内布线	133
8	电气照明设计	136
8.1	照明方式与种类	136
8.2	照度标准值	137
8.3	照明质量控制与节能	145
8.4	照明供电	147
8.5	住宅照明设计	149
8.6	各类建筑照明设计要求	152

第3篇

建筑电气工程施工技术篇

156

9	架空线路及杆上电气设备的安装	156
9.1	电杆组装、立杆及拉线的安装	156
9.2	导线架设	162
9.3	杆上变压器与接地系统的安装	169
9.4	架空接户线	174
10	电缆工程施工	179
10.1	电缆的直埋敷设	179
10.2	电缆在保护管内敷设	184
10.3	电缆桥架安装和桥架内电缆敷设	187
10.4	电缆沟内电缆敷设	190
10.5	电缆竖井内电缆敷设	192
10.6	电缆头制作、接线和线路绝缘测试	195
11	室内配线工程施工	201
11.1	明敷设线路施工技术	201
11.2	暗敷设线路施工技术	207
11.3	封闭插接式母线安装	216
12	配电柜和低压电气设备的安装	219
12.1	成套配电柜基础施工	219
12.2	配电箱(盘)的安装	223
12.3	低压电器的安装	226

12.4	电动机的安装与调试	236
13	电气照明器具的安装	245
13.1	照明灯具的安装	245
13.2	开关、插座、风扇的安装	250
14	防雷与接地系统的安装	252
14.1	建筑物防雷系统的安装	252
14.2	建筑物接地系统的安装	255
14.3	建筑物的等电位联结	259

第 4 篇

建筑电气工程施工质量控制篇

263

15	建筑电气工程施工质量控制	263
15.1	架空线路及杆上电气设备安装	263
15.2	变压器、箱式变电所安装	264
15.3	成套配电柜、控制柜和动力、照明配电箱（盘）安装	265
15.4	低压电动机、电加热器及电动执行机构检查接线	268
15.5	柴油发电机组安装	268
15.6	不间断电源安装	270
15.7	低压电气动力设备试验和试运行	270
15.8	裸母线、封闭母线、插接式母线安装	272
15.9	电缆桥架安装和桥架内电缆敷设	275
15.10	电缆沟内和电缆竖井内电缆敷设	277
15.11	电线导管、电缆导管和线槽敷设	277
15.12	电线、电缆穿管和线槽敷设线	279
15.13	槽板配线	280
15.14	钢索配线	281
15.15	电缆头制作、接线和线路绝缘制作	281
15.16	普通灯具安装	282
15.17	专用灯具安装	284
15.18	景观照明灯、航空障碍标志灯和庭院灯安装	286
15.19	开关、插座、风扇安装	288
15.20	接地装置安装	289
15.21	避雷引下线和变配电室接地干线敷设	290
15.22	接闪器安装	291
15.23	建筑物等电位联结	291
	参考文献	293

第 1 篇

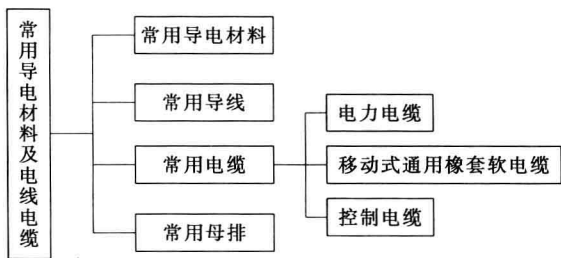
建筑电气工程基础篇

▶ 1 建筑电气工程常用材料

1.1 常用导电材料及电线电缆

本节导读

常用导电材料及电线电缆用框图表示如下：



1.1.1 常用导电材料

导电材料是指能够输送和传导电流的材料。对导电材料的基本要求是电阻小、熔点高、力学性能好、电阻温度系数小、密度小。目前电气工程中常用导电材料以铜、铝、钢为主，其主要性能特点及用途见表 1-1。由于铜的导电性能优于铝和钢，铜导线使用量大于后两者。

表 1-1 常用导电材料性能特点以及用途

材料名称	性 能 特 点	主 要 用 途
铜	铜电导率高，延展性强，耐腐蚀 铜材可分为硬铜和软铜。硬铜是经冷态延拉而成，机械强度高；软铜由硬铜通过 450~600℃退火而成，韧性较好	硬铜常用于制作架空电力线、电车滑触线、配电装置的母线、电机换向器片等 软铜常用于制作电线电缆的线芯
铝	铝是导电性能仅次于铜的导电材料。机械强度为铜的一半，耐腐蚀，易加工，资源丰富。铝的长期工作温度不宜超过 90℃，短期工作温度不宜超过 120℃	铝价格低，资源丰富，因此除了对导体尺寸和机械强度有特殊要求的场合，应优先采用铝作为导电材料。可用于制作电线电缆线芯、母线以及电缆包皮等
钢	钢是铁碳合金的一种，其含碳量小于 2%，机械强度高，但导电性不如铜和铝，在潮湿和热的作用下极易氧化生锈	钢常用于小功率架空电力线和接地装置中的接地线，也用于制作钢芯铝绞线

1. 1. 2 常用导线

导线又称电线，分为裸导线和绝缘导线。导线线芯要求导电性能好、机械强度大、质地均匀、无裂纹、耐蚀性能好；绝缘层要求绝缘性能好、质地柔韧并具有一定的机械强度，能耐酸、碱、油和臭氧的侵蚀。

导线按其用途又可分为固定敷设电线、绝缘软电线、仪器设备用电线、屏蔽电线和户外绝缘电线等。固定敷设电线分为橡胶绝缘电线和聚氯乙烯绝缘电线。橡胶绝缘电线适用于交流 500V 以下的电气设备和照明装置，长期运行工作温度不应超过 65℃，其型号及用途见表 1-2。聚氯乙烯绝缘电线适用于 450/750V 及以下的动力装置固定敷设。长期运行工作温度 BV-105 型不超过 105℃，其他不超过 70℃，电线使用温度应不低于 0℃。此类电线主要包括以下几种型号：BV、BLV、BVR、BVV、BLVV、BVVB、BLVVB 和 BV-105。型号含义如下：第一个字母“B”表示固定敷设；字母“L”表示铝芯（铜芯无表示）；第一个字母“V”表示聚氯乙烯绝缘；第二个字母“V”表示聚氯乙烯护套；第二个字母“B”表示扁形（圆形无表示）；字母“R”表示软电线。

表 1-2 橡胶绝缘电线型号及用途

型 号	名 称	主 要 用 途
BXW	铜芯橡胶绝缘氯丁护套电线	适用于户外和户内明敷设,尤其适用于寒冷地区
BLXW	铝芯橡胶绝缘氯丁护套电线	
BXY	铜芯橡胶绝缘黑色聚氯乙烯护套电线	适用于户外和户内穿管敷设,特别是寒冷地区
BLXY	铝芯橡胶绝缘黑色聚氯乙烯护套电线	

常用的绝缘软导线分为聚氯乙烯软电线和橡胶绝缘编织软电线。聚氯乙烯软电线适用于交流 450/750V 及以下的家用电器、小型电动工具、仪器仪表和动力照明的连接；橡胶绝缘编织软电线适用于交流 300V 及以下的室内照明灯具、家用电器和工具的连接。聚氯乙烯软电线常用型号包括：RV、RVB、RVS、RVV、RVVB 和 RV-105。型号的含义如下：字母“R”表示软电线；第一个字母“V”表示聚氯乙烯绝缘；第二个字母“V”表示聚氯乙烯软护套；字母“S”表示绞形；字母“B”表示平形。橡胶绝缘编织软电线常用型号包括：RXS、RX 和 RXH。型号的含义如下：字母“R”表示软电线；字母“X”表示橡胶绝缘编织线；字母“S”表示绞形；字母“H”表示橡胶护套。

仪器设备用电线用于仪器的连接，一般为软电线，型号编制上以 A 开头，其余与软电线相同。而聚氯乙烯绝缘屏蔽电线一般用于交流 250V 及以下的电器、仪表和电子设备的屏蔽线路中，型号编制上在软电线的型号附加一个字母 P 表示屏蔽，通常线径较小。

1. 1. 3 常用电缆

将一根或数根导线分别裹以绝缘材料，外面包覆绝缘护套后就构成了电缆。交流系统中常用的电缆包括电力电缆、通用橡套电缆、控制电缆等。

(1) 电力电缆。主要用于电能的传输与分配。按绝缘材料分为油浸纸绝缘、塑料绝缘、橡胶绝缘、气体绝缘。油浸纸电缆允许运行温度较高、耐压强度高、介质损耗低、使用寿命长，适用于重要回路电能输送。塑料电缆最常用的是聚氯乙烯绝缘电缆（PVC）和交联聚乙烯电缆（XLPE）。这两种电缆绝缘层用热塑料挤包制成，护套采用聚氯乙烯护套，当需要加强力学性能时，可在护套内、外层间用钢带或钢丝铠装，即铠装电缆，适合高落差敷设。聚氯乙烯绝缘电缆的主要特点是化学稳定性高、材料来源充足、安装工艺简单、维修方便。但工作温度明显影响其力学性能，长期工作允许温度不超过 65℃，不低于 0℃；交联聚乙烯电缆具有良好的介电性质，但抗电晕、游离放电性能差，耐热性能好，最高额定温度为 90℃。常用电缆护套适用敷设场合见表 1-3。

表 1-3 常用电缆护套适用敷设场合

名 称		型号	敷设方法								环境条件				备 注
			架空	室内	电缆沟	隧道	管道	竖井	埋地	水下	易燃	移动	多砾石	腐蚀 一般 严重	
橡胶护套	一般橡胶		✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—	—	✓	—	✓	
	不延燃橡胶	F	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—	✓	✓	—	✓	耐油
	耐寒橡胶	H	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—	—	✓	—	✓	到-50℃
塑料护套	PVC 护套	V	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	—	✓	✓	—	✓	普通、耐寒等
	PE 护套	Y	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	—	—	✓	—	✓	
	双护套	YV	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	—	✓	✓	—	✓	内 PE,外 PVC
内铠装塑料外护套	钢带	29	—	✓	✓	✓	—	—	✓	—	✓	—	✓	—	全塑电缆用
	单层细圆钢丝	39	—	—	—	—	—	✓	✓	✓	✓	—	✓	—	全塑电缆用
	单层粗圆钢丝	59	—	—	—	—	—	✓	—	✓	✓	—	✓	—	全塑电缆用
防腐外护套	铝	塑料护套	—	✓	✓	✓	✓	—	✓	—	✓	—	—	✓	埋地用
	铅		—	✓	✓	✓	✓	—	—	—	✓	—	—	✓	
	皱纹钢管		—	✓	✓	✓	✓	—	✓	—	✓	—	—	✓	

注：1. 适用范围根据技术性和经济性考虑。

2. “✓”表示适用；“—”表示不推荐采用。

（2）移动式通用橡胶套软电缆。此类电缆适用于交流 450/750V 及以下家用电器、电动工具和各种移动电气设备。电缆线芯采用多股软铜线绞制而成，绝缘采用耐热无硫橡胶，外面包覆橡胶套。长期工作温度不超过 65℃。按电缆机械承载力可分为轻型、中型、重型三种。

电缆型号用字母命名，第一位字母为 Y，表示移动式电缆；第二位字母表示电缆机械承载能力，其中“Q”表示轻型，“Z”表示中型，“C”表示重型；第三位字母（可以没有），“W”表示有一定的耐候性和耐油性，适合户外使用。移动式通用相套软电缆规格见表 1-4。

表 1-4 移动式通用相套软电缆规格

型 号	额定电压/V	芯 数	标称截面面积/mm ²
YQ、YQW	300/300	2、3	0.3~0.5
YZ、YZW	300/500	2、3、4、5	0.75~0.6
YC、YCW	450/750	1	1.5~400
		2	1.5~95
		3、4	1.5~150
		5	1.5~25

（3）控制电缆。主要适用于直流或交流 50~60Hz、额定电压 600/1000V 及以下的控制、信号、保护及测量线路用。常用于电气控制系统和配电装置内的固定敷设。通常芯线截面面积在 10mm² 以下，多采用铜导体。型号的编制由字母加数字组成，第一位字母 K 表示控制电缆；第二位字母表示线芯材质；第三位字母表示绝缘材料类型；第四位由字母加数字组成，字母表示护套屏蔽类型，两位数字表示护套的材质；最后一位数字表示派生特性。控制电缆型号含义见表 1-5。

表 1-5 控制电缆型号含义

线芯材质	绝缘材料	护套屏蔽类型	外护套材质	派生特性
T:铜芯(通常省略) L:铝芯	Y:聚乙烯 V:聚氯乙烯 X:橡胶 YJ:交联聚乙烯	Y:聚乙烯 V:聚氯乙烯 F:氯丁胶 Q:铅套 P:编织屏蔽	02:聚氯乙烯护套 03:聚乙烯护套 20:裸钢带铠装 22:钢带铠装聚氯乙烯护套 23:钢带铠装聚乙烯护套 30:裸圆钢丝铠装 32:细圆钢丝铠装聚氯乙烯护套 33:细圆钢丝铠装聚乙烯护套	80:耐热 80℃ 105:耐热 105℃ 1:铜丝缠绕屏蔽 2:铜带缠包屏蔽

1. 1. 4 常用母排

母排即矩形母线，是大截面载流导体，按材质可分为铜母线、铝母线、钢母线和母线槽。为防止母线腐蚀和便于识别相序，母线安装后应按表 1-6 涂色或做色别标记。

表 1-6 母线涂色

母线类别	L1	L2	L3	正级	负极	中线	接地线
涂漆颜色	黄	绿	红	赭	蓝	紫	紫底黑条

铜、铝母线的型号由字母和表示规格的数字组成，第一个字母表示材质，字母“T”表示铜，字母“L”表示铝；第二个字母“M”表示母线；第三个字母“Y”表示硬母线，字母“R”表示软母线，常用铜、铝、钢母线规格型号及单位质量见表 1-7~表 1-9。

表 1-7 常用铜母线规格型号及单位质量

规格型号	单位质量 /(kg/m)	规格型号	单位质量 /(kg/m)	规格型号	单位质量 /(kg/m)
TMY-30×4	1.07	TMY-50×5	2.22	TMY-100×8	7.10
TMY-30×5	1.33	TMY-50×6	2.66	TMY-100×10	8.88
TMY-30×6	1.59	TMY-60×6	3.19	TMY-120×8	8.53
TMY-40×4	1.42	TMY-60×8	4.26	TMY-120×10	10.66
TMY-40×5	1.78	TMY-80×8	5.68		
TMY-40×6	2.3	TMY-80×10	7.10		

表 1-8 常用铝母线规格型号及单位质量

规格型号	单位质量 /(kg/m)	规格型号	单位质量 /(kg/m)	规格型号	单位质量 /(kg/m)
LMY-20×3	0.16	LMY-50×5	0.68	LMY-80×10	2.16
LMY-20×4	0.22	LMY-50×6	0.81	LMY-100×6	1.62
LMY-30×3	0.24	LMY-60×5	0.81	LMY-100×8	2.16
LMY-30×4	0.32	LMY-60×6	0.97	LMY-100×10	2.70
LMY-40×4	0.43	LMY-80×6	1.30	LMY-120×8	2.59
LMY-40×5	0.54	LMY-80×8	1.73	LMY-120×10	3.24

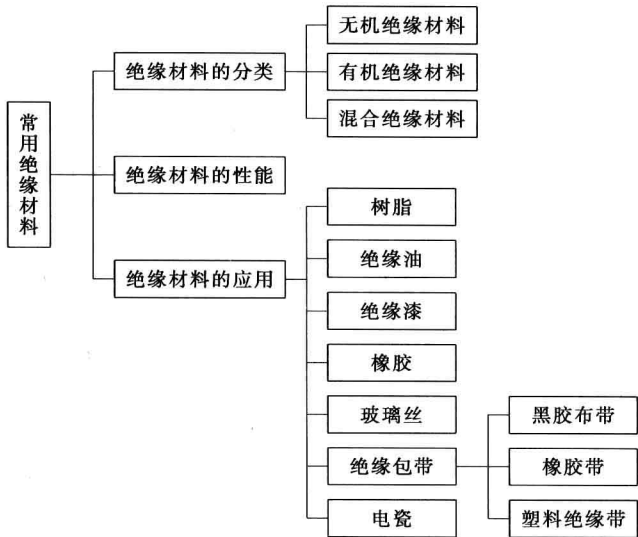
表 1-9 常用钢母线规格型号及单位质量

规格型号	单位质量 /(kg/m)	规格型号	单位质量 /(kg/m)	规格型号	单位质量 /(kg/m)
CT-3×20	0.47	CT-6×60	2.83	CT-10×100	7.85
CT-3×25	0.59	CT-6×70	3.30	CT-10×120	9.42
CT-3×30	0.71	CT-6×80	3.77	CT-10×140	10.99
CT-4×30	0.94	CT-6×90	4.24	CT-12×80	7.54
CT-4×35	1.10	CT-6×100	4.71	CT-12×90	8.48
CT-4×40	1.26	CT-8×60	3.77	CT-12×100	9.42
CT-4×50	1.57	CT-8×70	4.40	CT-12×120	11.30
CT-5×40	1.57	CT-8×80	5.02	CT-12×150	14.13
CT-5×50	1.96	CT-8×90	5.65	CT-14×90	9.89
CT-5×60	2.36	CT-8×100	6.28	CT-14×100	10.99
CT-5×70	2.75	CT-10×70	5.50	CT-16×90	11.30
CT-6×50	2.36	CT-10×80	6.28	CT-16×100	12.56
CT-6×55	2.59	CT-10×90	7.07	CT-16×150	18.84

1.2 常用绝缘材料

本节导读

常用绝缘材料用框图表示如下：



1.2.1 绝缘材料的分类

绝缘材料是不导电的物体，严格地说，绝缘材料并非绝对不导电，只是通过电流很小而已。绝缘材料在电气设备中的主要功能是把电位不同的带电部分隔离开。电工常用的绝缘材料，按化学性质可以分为无机绝缘材料、有机绝缘材料和混合绝缘材料。

(1) 无机绝缘材料。包括云母、石棉、大理石、瓷器、玻璃、硫磺等，主要用作电机和电器的绕组绝缘、开关的底板和绝缘子等。

(2) 有机绝缘材料。包括虫胶、树脂、棉纱、纸、麻、蚕丝、人造丝、石油等，有机绝缘材料大多用作制造绝缘漆、绕组导线的被覆绝缘物。

(3) 混合绝缘材料。以上一两种材料经加工制成的各种成型绝缘材料，用于电器的底座、外壳等。

1.2.2 绝缘材料的性能

常用绝缘材料的性能见表 1-10。绝缘材料的绝缘性能是随着客观条件的改变而变化的，其影响因素包括下列几种。

表 1-10 常用绝缘材料的性能

材料名称	绝缘强度有效值/(kV/cm)	20℃时电阻率/(Ω·cm)	抗拉强度/(kN/cm ²)	允许工作温度/℃
空气	33(峰值)	>10 ¹⁸		
变压器油	120~160	10 ¹⁴ ~10 ¹⁵		105
电缆油	>180	10 ¹³ ~10 ¹⁴		105
电容器油	>200			105
沥青	100~200	10 ¹⁵ ~10 ¹⁶		105
松香	100~150	10 ¹⁴ ~10 ¹⁵		
橡胶	200~300	10 ¹⁵		60
青壳纸	20~60	10 ⁸	7.85~4.91	A 级
黄漆布	240~280	10 ¹¹	1.96~2.94	105
黄漆绸	320~650	10 ¹²	1.47~1.96	105
黏胶带	250~350	10 ¹²	1.37~1.86	60

续表

材料名称	绝缘强度有效值/(kV/cm)	20℃时电阻率/(Ω·cm)	抗拉强度/(kN/cm ²)	允许工作温度/℃
电木	100~200	10 ¹³ ~10 ¹⁴	2.94~4.91	120
胶纸板	200~230	10 ⁹ ~10 ¹⁰	4.91~6.87	105
有机玻璃	200~300	10 ¹³	4.91~5.89	60
环氧树脂	250~300	10 ¹⁵ ~10 ¹⁶	5.89~7.85	120~130
聚氯乙烯	300~400	10 ¹⁴	3.92~5.89	60
普通玻璃	50~300	10 ⁸ ~10 ¹⁷	1.37	<700
陶瓷	18	10 ¹⁴ ~10 ¹⁵	2.45~2.94	<1000
云母	150~500	10 ¹³ ~10 ¹⁵	16.68~29.43	>300

(1) 绝缘材料的电阻系数随温度变化，当温度升高时，电阻系数降低。电阻系数的降低会引起漏电流的增大。当漏电流超过一定限度时，引起绝缘迅速老化，而导致事故发生。因此绝缘电阻是绝缘材料的主要性能之一。通常绝缘材料的温度上限为 100~180℃。

(2) 当绝缘体的外加电压超过一定值时，将令其内容结构发生变化以致被击穿。绝缘体被击穿时的电压值称为绝缘耐压强度。

(3) 很多绝缘材料，例如纸、木材、绸布等，吸收空气中的水分后，导致绝缘性能变差，所以应当注意材料的防潮。

1.2.3 绝缘材料的应用

(1) 树脂。是有机凝固性绝缘材料，其种类繁多，在电气设备中应用很广。电工常用树脂包括酚醛树脂、环氧树脂、聚氯乙烯以及松香等。

(2) 绝缘油。主要用来填充变压器、油开关、浸渍电容器及电缆等。绝缘油在变压器和油开关中，起着绝缘、散热和灭弧的作用。在使用中常受到水分、温度、金属混杂物、光线以及设备清洗的干净程度等外界因素的影响，老化加速。

(3) 绝缘漆。可以分为浸渍漆、涂漆和胶合漆等。浸渍漆用于浸渍电动机和电器线圈；涂漆用来涂刷线圈和电动机绕组的表面；胶合漆用于黏合各种物质。

(4) 橡胶。分为天然橡胶和人工合成橡胶两种。它的优点是弹性大、不透气、不透水、有良好的绝缘性能。但是纯橡胶在加热和冷却时，容易失去原有的性能，所以在实际应用中常在橡胶中加上一定数量的硫磺和其他填料，然后经过特别的热处理，使橡胶能耐热和耐冷。

(5) 玻璃丝。电工用的玻璃丝是用无碱、铝硼硅酸盐的玻璃纤维制成的。它可制作成许多种绝缘材料，例如玻璃丝带、玻璃纤维管及电线的编织层等。

(6) 绝缘包带。主要用于电线、电缆接头的绝缘。绝缘包带的种类很多，常用的有以下几种。

① 黑胶布带。又称为黑胶布，用于低压电线、电缆接头时，作为包缠用绝缘材料。它是在棉布上挂胶、卷切而成。其耐电性要求在交流 1000V 电压下保持 1min 不击穿。

② 橡胶带。用于电线接头，作为包缠绝缘材料，有生橡胶带和混合橡胶带两种。

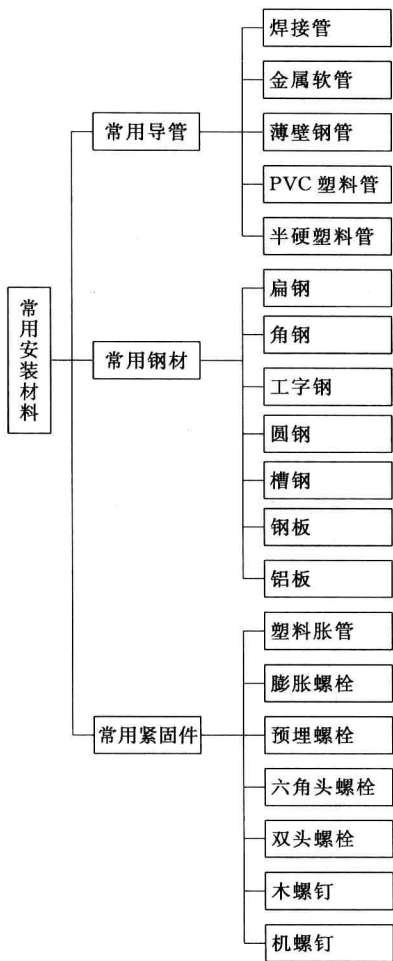
③ 塑料绝缘带。采用聚氯乙烯和聚乙烯制成的绝缘胶带都称为塑料绝缘带。它的绝缘性能较好，耐潮性和耐蚀性好，可以替代绝缘胶带，也可以作绝缘防腐密封保护层。

(7) 电瓷。是用各种硅酸盐及氧化物的混合物制成的。电瓷的性质是在抗大气作用上有极大的稳定性，很高的机械强度、绝热性及耐热性，表面不易产生静电。电瓷主要用于制造各种绝缘子、绝缘套管、灯座、开关、插座和熔断器等。

1.3 常用安装材料

本节导读

常用安装材料用框图表示如下：



1.3.1 常用导管

由金属材料制成的导管称之为金属导管，有水煤气管、金属软管、薄壁钢管等。由绝缘材料制成的导管称之为绝缘导管，有硬塑料管、半硬塑料管、软塑料管、塑料波纹管等。

- (1) 焊接管。在配线工程中适用有机械外力或者轻微腐蚀气体的场所作明敷设或暗敷设。
- (2) 金属软管。又称蛇皮管。它是由双面镀锌薄钢带加工压边卷制而成，轧缝处有的加石棉垫，有的不加。金属管不仅有非常好的机械强度，还有很好的弯曲性，常用于弯曲部位较多的场所和设备出口处。
- (3) 薄壁钢管。又称为电线管，其管壁较薄，管子的内、外壁涂有一层绝缘漆，适用于干燥场所敷设。
- (4) PVC塑料管。PVC硬质塑料管适用于民用建筑或者室内有酸碱腐蚀性介质的场所。PVC硬质塑料管规格见表 1-11。

表 1-11 PVC 硬质塑料管规格

标准直径/mm	16	20	25	32	40	50	63
标准壁厚/mm	1.7	1.8	1.9	2.5	2.5	3.0	3.2
最小内径/mm	12.2	15.8	20.6	26.6	34.4	43.1	55.5

- (5) 半硬塑料管。多用于普通居住和办公室建筑等场所的电气照明、暗敷设配线。

1.3.2 常用钢材

- (1) 扁钢。可用于制作各种抱箍、撑铁、拉铁和配电设备的零配件、接地母线以及接地引

线等。

(2) 角钢。是钢结构中最基本的钢材，可作单独构件，也可以组合使用，广泛用于桥梁、建筑输电塔构件、横担、撑铁、接户线中的各种支架以及电器安装底座、接地体等。

(3) 工字钢。由两个翼缘及一个腹板构成。工字钢广泛用于各种电气设备的固定底座和变压器台架等。

(4) 圆钢。主要用于制作各种金属、螺栓、接地引线及钢索等。

(5) 槽钢。一般用于制作固定底座、支撑、导轨等。

(6) 钢板。薄钢板分为镀锌钢板和不镀锌钢板两种。钢板可制作各种电器及设备的零部件、平台、垫板、防护壳等。

(7) 铝板。用于制作设备零部件、防护板、防护罩及垫板等。

1.3.3 常用紧固件

(1) 塑料胀管。加木螺钉用于固定较轻的构件。此方法多用于砖墙或混凝土结构，不需要用水泥预埋，具体方法是用冲击钻钻孔，孔的大小及深度应当与塑料胀管的规格匹配，在孔中填入塑料胀管，再通过木螺钉的拧进使胀管胀开，从而拧紧后使元件固定在操作面上。

(2) 膨胀螺栓。用于固定较重的构件。此方法与塑料胀管固定方法相同。钻孔后将膨胀螺栓填入孔中，通过拧紧膨胀螺栓的螺母使膨胀螺栓胀开，因而拧紧螺母后使元件固定在操作面上。

(3) 预埋螺栓。用于固定较重的构件。预埋螺栓一头为螺扣，一头为圆环或燕尾，可以分别预埋在地面内、墙面及顶板内，通过螺扣一端拧紧螺母使元件固定。

(4) 六角头螺栓。一头为螺母，一头为丝扣螺母，将六角螺栓穿在两元件之间，靠拧紧螺母来固定两元件。

(5) 双头螺栓。两头都为丝扣螺母，将双头螺栓穿在两元件之间，靠拧紧两端螺母来固定两元件。

(6) 木螺钉。用于木质件之间以及非木质件与木质件之间的连接。

(7) 机螺钉。用于受力不大且不需要经常拆装的场合，其特点是通常不用螺母，而把螺钉直接旋入被连接件的螺纹孔中，使被连接件紧密连接起来。

► 2 建筑电气安装常用符号、规格做法及常用标注方法

2.1 电气图中的常用图形符号

电气图常用图形符号见表 2-1~表 2-4。其中，表 2-1 是电气图中与非电气控制、操作相关的常用图形符号；表 2-2 给出了导线与线路敷设的常用图形符号；表 2-3 列出了常用的电工元器件与设备图形符号；表 2-4 是常用的电力与照明设备的图形符号。

表 2-1 电气图中与非电气控制、操作相关的常用图形符号

名 称	新符号	标准	名 称	新符号	标准	名 称	新符号	标准
机械气动、 液压功能的 连接	形式1 形式2	IEC	带制动器 未制动的电 动机		IEC	受限制的 手动控制		IEC
	注:当使用形式 1 符号位置受限时, 可使用形式 2 符号		一般情况 下的手 动 控制			拉拔操作		
延时动作	形式1 形式2		两器 件 间 的机械连锁			旋转操作		
	注:延时动作指向 圆心方向		脱扣的闭 锁器件			按动操作		
自动复位			锁扣的闭 锁器件			接近效应 操作		
	注:三角指向返回 方向		阻塞器件			热 器 件 操作		
定位、非自 动复位			处于阻塞 状态的阻塞 器件			电 动 机 操作		
脱开自锁			接触操作			电钟操作		
进入自锁			蘑菇头式 紧急开关			单向作用 的气动或液 压操作		
表示力或 运动方向的 机械连接			手轮操作			双向作用 的气动或液 压操作		
	注:箭头应视为从 连接符号前面向里 旋转		脚踏式操作			气动或液 压操作		
机械联轴 器、离合器			杠杆操作			液位控制		
连接着的 机械联轴器			可拆卸的 手柄操作			计数器控制		
脱开的机 械联轴器			钥匙操作			流体控制		
制动器			曲柄操作			气流控制		
带制动器 并已制动的 电动机			滚子操作			温度控制		
			凸轮操作			压力控制		
			电磁器件 操作			线性速率 或速度控制		
			借助电磁 效应操作					
			转速控制					