

建筑业企业建造员考试培训教材

# 机电工程管理与实务

建筑业企业建造员考试培训教材编审委员会 组织编写  
刘昌明 主编

JIDIAN

GONGCHENG

GUANLIYU

SHIWU

中国建筑工业出版社

建筑业企业建造员考试培训教材

# 机电工程管理与实务

建筑业企业建造员考试培训教材编审委员会 组织编写  
刘昌明 主编

中国建筑工业出版社

# 建筑业企业建造员考试培训教材 编审委员会

顾    问：刘丹陵 谭新亚  
主任委员：杨乾芳  
副主任委员：戴宝城 杨其淮 殷时奎  
委    员：程 刚 姜 军 陈建文 吴 泽  
            李 辉 胡兴福 张 曦 沈津慧  
            余 萍 谢洪学 肖 军 任兆祥  
            向 东

# 前 言

根据建设部《注册建造师管理规定》(建设部令第153号)、《注册建造师执业管理办法》(建市【2008】49号)以及建设部有关建筑业企业项目经理资质管理制度向建造师(建造员)执业资格制度过渡的有关精神,建造员注册受聘后,可以担任建设小型工程施工管理的项目负责人,从事法律、法规或建设行政主管部门规定的相关业务,为此四川省建筑业协会组织编写了建筑业企业建造员考试培训教材。

本套教材共五册,除《机电工程管理与实务》现在出版,《建设工程施工管理》、《建筑工程管理与实务》、《公路与市政公用工程管理与实务》、《水利水电工程管理与实务》已出版。建设工程法规及相关知识未编写教材,可使用建造师执业资格考试用书编写委员会编写的《建设工程法规及相关知识》。

建筑业企业建造员考试培训教材以国家颁布的现行规范、标准为依据,从建造员执业的专业范围和担任小型工程(小型工程规模标准按照建设部《关于印发〈注册建造师执业工程规模〉(试行)的通知》建市【2007】171号)项目施工负责人的职业需要出发,既有专业基础理论,更注重职业实际操作能力培养。该教材主要作为建筑业建造员考试培训教材使用,也可供高、中等职业院校实践教学和建筑行业初、中级专业技术人员自学使用。

《建设工程施工管理》由杨露江主编,刘兴胜、洪玲参编;《建筑工程管理与实务》由曾虹主编,郎松军参编;《公路与市政公用工程管理与实务》由杨转运主编,姜建华、刘素玲、袁芳、王水江、文娟娟、孙亮参编;《水利水电工程管理与实务》由吴明军主编,王劲波、唐英敏参编;《机电工程管理与实务》由刘昌明主编,刘成毅、赵磊、刘保伟、陈旭、肖盛聪、卫正秀、郝华来、邱秀君、谢旭阳、刘明、孙建松参编。本套书的编写得到了四川建筑职业技术学院的大力支持。由于水平有限,本教材还需在教学和实践中不断完善,敬请广大建筑业企业施工管理技术人员和教师提出宝贵意见。

本教材经建筑业企业建造员考试培训教材编审委员会审定,由中国建筑工业出版社出版。

建筑业企业建造员考试培训教材编审委员会

# 目 录

## 第一篇 机电工程技术

第一章 机电工程材料的分类及用途 .....	1
第一节 金属材料的分类和用途 .....	1
第二节 非金属材料的分类和用途 .....	4
第三节 电工线材的分类和用途 .....	6
第二章 电气工程技术 .....	8
第一节 电路与电气设备 .....	8
第二节 电气设备安装 .....	15
第三章 自动控制与仪表工程技术 .....	20
第一节 自动控制系统的组成和类型 .....	20
第二节 自动化仪表工程安装技术 .....	27
第四章 给水排水工程技术 .....	31
第一节 建筑内部给水系统 .....	31
第二节 给水方式 .....	32
第三节 室内给水管道的布置和敷设 .....	35
第四节 高层建筑给水系统 .....	36
第五节 建筑内部的排水系统 .....	38
第六节 流体力学 .....	40
第七节 管道安装 .....	41
第五章 机械设备安装技术 .....	44
第一节 设备基础 .....	44
第二节 基础及附件准备 .....	46
第三节 设备开箱检查 .....	48
第四节 设备安装 .....	49
第五节 设备清洗和装配 .....	50
第六章 容器的安装技术 .....	53
第一节 压力容器的分类及施工许可 .....	53
第二节 钢制立罐安装 .....	54
第三节 球罐安装 .....	57
第七章 起重技术 .....	60
第一节 起重索具与吊具 .....	60
第二节 起重机械的分类、基本参数及载荷处理 .....	62
第三节 吊装方案的主要内容 .....	63
第八章 焊接技术 .....	65

第一节	钢材熔焊基本知识 .....	65
第二节	焊接变形与焊接应力 .....	66
第三节	焊接工艺 .....	68
第九章	供热通风与空调工程技术 .....	71
第一节	采暖系统 .....	71
第二节	通风与空调系统 .....	75
第三节	洁净空调系统 .....	78
第十章	建筑智能化工程安装技术 .....	82
第一节	掌握建筑智能化系统的组成 .....	82
第二节	了解建筑智能化工程施工的技术要求 .....	85
第十一章	消防工程安装技术 .....	91
第一节	消防工程的验收 .....	91
第二节	消防工程开工前的审批 .....	93
第三节	消防系统的施工技术要点 .....	93
第四节	工业工程项目消防系统施工的特点 .....	94
第十二章	设备及管道防腐蚀与绝热技术 .....	96
第一节	设备及管道的防腐与除锈 .....	96
第二节	设备及管道绝热工程施工的技术 .....	98
第十三章	测量工程技术 .....	103
第一节	掌握机电工程测量的要求 .....	103
第二节	了解机电工程测量的方法 .....	105

## 第二篇 机电工程施工管理实务

第十四章	机电工程项目的组成 .....	107
第一节	机电工程项目的组成 .....	107
第二节	机电工程项目的特点 .....	111
第十五章	机电工程项目投标与合同管理 .....	112
第一节	机电工程项目投标的应用 .....	112
第二节	机电工程项目投标文件的编制 .....	112
第三节	机电工程项目合同索赔 .....	113
第四节	机电工程项目施工合同管理 .....	115
第五节	案例 .....	116
第十六章	机电工程项目施工组织设计与资源管理 .....	118
第一节	机电工程项目施工组织设计的编制 .....	118
第二节	机电工程项目施工方案 .....	119
第三节	机电工程项目总平面布置规划 .....	119
第四节	机电工程项目施工资源管理 .....	121
第五节	案例 .....	125
第十七章	机电工程项目的进度控制 .....	128
第一节	机电工程项目施工进度计划的编制 .....	128
第二节	机电工程项目施工进度计划的实施 .....	129
第三节	机电工程项目施工进度偏差的分析 .....	129

第四节	案例	130
第十八章	机电工程项目的质量控制	133
第一节	质量策划与质量预控	133
第二节	工序质量检验	137
第三节	工程质量事故处理	138
第十九章	机电工程项目的预结算与成本控制	140
第一节	建筑安装工程费用的组成	140
第二节	机电工程项目成本的构成	140
第三节	机电工程项目成本控制	141
第四节	工程量清单计价	143
第五节	工程预付款与竣工结算	145
第六节	施工预算	146
第七节	案例	147
第二十章	机电工程项目的安全管理	151
第一节	机电工程项目施工现场安全生产责任制	151
第二节	机电工程项目施工现场危险源的辨识	151
第三节	机电工程项目施工安全技术措施	152
第四节	机电工程项目施工安全应急预案	156
第五节	机电工程项目施工现场安全事故的处理	156
第六节	案例	158
第二十一章	机电工程项目的试运行	160
第一节	试运行的步骤及要求	160
第二节	单机试运行	161
第三节	联动试车	162
第四节	案例	164
第二十二章	机电工程项目的验收	168
第一节	建筑安装工程项目施工质量验收评定	168
第二节	工业安装工程项目施工质量验收评定	170
第三节	机电工程项目竣工验收	173
第四节	案例	176

### 第三篇 机电工程法规及相关规定

第二十三章	中华人民共和国计量法	179
第一节	掌握计量器具使用的规定	179
第二节	掌握计量检定的要求	183
第二十四章	中华人民共和国电力法	187
第一节	掌握用户用电的规定	187
第二节	掌握在电力设施保护区施工作业的规定	189
第二十五章	特种设备安全监察条例	191
第一节	总则	191
第二节	特种设备的生产	191
第三节	特种设备的使用	192

第四节	检验检测 .....	192
第五节	监督检查 .....	192
第六节	事故预防和调查处理 .....	193
第七节	法律责任 .....	194
第八节	附则 .....	197
第二十六章	机械设备安装工程施工及验收通用规范 GB 50231 .....	198
第一节	掌握机械设备安装工程施工及验收的适用范围 .....	198
第二节	了解机械设备试运转的通用规定 .....	199
第三节	了解机械设备安装工程质量检查与验收规定 .....	201
第二十七章	现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范 GB 50236 .....	203
第一节	焊接人员资格 .....	203
第二节	焊缝无损检验的规定 .....	204
第二十八章	钢结构工程施工质量验收规范 GB 50205 .....	205
第一节	掌握钢结构安装的规定 .....	205
第二节	熟悉钢结构分部工程竣工验收的规定 .....	208
第二十九章	电气装置安装工程高压电器施工及验收规范 GBJ 147 .....	209
第一节	掌握高压电器安装的规定 .....	209
第二节	工程交接验收 .....	211
第三十章	工业炉砌筑工程施工及验收规范 GB 50211 .....	212
第一节	掌握工业炉砌筑工程工序交接的规定 .....	212
第二节	熟悉工业炉砌筑工程安全技术措施的规定 .....	212
第三节	了解工业炉砌筑工程验收的规定 .....	215
	主要参考文献 .....	220



# 第一篇 机电工程技术

## 第一章 机电工程材料的分类及用途

常用机电工程材料的种类有金属材料、非金属材料和电工线材等。

### 第一节 金属材料的分类和用途

金属材料分为黑色金属和有色金属两大类，铁和铁基合金称为黑色金属，黑色金属以外的所有金属称为有色金属。黑色金属包括生铁、铸铁和钢。有色金属种类较多，有色金属常用的有铝及铝合金、铜及铜合金、铅、钛及钛合金等。

#### 1. 钢材的分类和用途

钢是应用最广泛的工程材料。按化学成分，钢可分为碳钢和合金钢两大类。碳钢是含碳量低于 2.16% 的铁、碳合金，此外还有少量锰、硅、硫、磷等杂质元素。合金钢则是在碳钢的基础上，为获得某些特定性能，在钢的冶炼过程中有目的地加入某些元素。

##### (1) 碳钢的分类和用途

###### 1) 碳钢的分类

###### ① 按化学成分

低碳钢——含碳量小于 0.25%；

中碳钢——含碳量在 0.25%~0.55% 之间；

高碳钢——含碳量大于 0.55%。

###### ② 按用途分

碳素结构钢——含碳量在 0.7% 以下的工程结构和机械零件用钢；

碳素工具钢——含碳量在 0.7% 以上，用于制造各种工具、量具和刀具的钢材。

###### ③ 按质量分

普通碳素钢——硫含量不大于 0.055%，磷含量不大于 0.045%；

优质碳素钢——硫、磷含量比普通碳素钢低，硫不大于 0.045%，磷不大于 0.04%；

高级优质碳素钢——硫、磷含量很低，硫不大于 0.03%，磷不大于 0.035%。

###### ④ 按冶炼方法分

A. 沸腾钢；B. 镇静钢；C. 半镇静钢。

###### 2) 碳钢的用途

###### ① 碳素结构钢

碳素结构钢是碳素钢中一大类。它为一般结构钢和工程用钢，适合生产各种型钢、钢筋、钢丝等，产品可供焊接、铆接、栓接的构件用。

### ② 优质碳素结构钢

含碳量小于 0.8%，含有较少量的有害杂质，并具有较碳素结构钢更优的性能。在机电工程中常用优质碳素钢制成钢丝、钢绞线、圆钢、高强螺栓及预应力锚具等。

### ③ 低合金结构钢

低合金结构钢是在普通钢中加入微量合金元素，但硫、磷杂质的含量保持普通钢的水平，而具有较好的综合力学性能。主要适用于锅炉汽包、压力容器、压力管道、桥梁、重轨和轻轨等。

## (2) 合金钢的分类和用途

### 1) 合金钢的分类

#### ① 低合金钢

低合金钢的含碳量较低，一般在 0.1%~0.2% 之间，通常以锰为主要合金元素，含量约为 0.8%~1.8%，另外，还加入一些少量的其他合金元素。

#### ② 不锈钢

能抗大气腐蚀的钢称为不锈钢，不锈钢属于合金钢中特殊性能的钢。

#### ③ 耐热钢

耐热钢包括抗氧化钢和热强钢两类。

### 2) 合金钢的用途

① 低合金钢，如 16MnR 是用于压力容器的专用钢。

② 不锈钢、耐热钢和耐酸钢，常用的有 1Cr18Ni9、1Cr18Ni9Ti、0Cr19Ni9、Cr17Ni2 等钢种。主要用于耐腐蚀性要求高，如食品加工、化工、印染等工程中。

## 2. 型钢和钢板的分类和用途

### (1) 常用型钢

圆钢、方钢、扁钢、H 型钢、工字钢、T 型钢、角钢、槽钢、钢轨等，主要用于钢结构工程、各种容器的骨架、各种类型的支（吊）架等。

### (2) 常用钢板的分类和用途

#### 1) 常用钢板的分类

① 按其厚度可分为厚板、中板和薄板。

② 按其轧制方式可分为热轧板和冷轧板两种，其中冷轧板只有薄板。

③ 按其材质有普通碳素钢板、低合金结构钢板、不锈钢板、镀锌钢薄板等。

#### 2) 常用钢板的用途

在机电安装工程中，以薄板和中板最常用。薄板主要用于通风空调工程和保护壳等；中板主要用于非标设备和容器工程。

## 3. 常用的金属管材及其用途

### (1) 焊接钢管

焊接钢管的全称是低压流体输送用焊接钢管。一般用 Q195、Q215、Q235 等牌号碳素钢制成，分为焊接钢管和镀锌焊接钢管，俗称黑铁管和白铁管。这种管材过去称为水煤气管，常用于输送低压流体的管道，如水、燃气、空气、油、低压蒸汽等流体。

## (2) 普通用无缝钢管

一般普通用无缝钢管的材质为 10 号、20 号和 35 号优质低碳钢或低压合金钢制成，广泛用于中、低压管道工作中，如热力管道、制冷管道、压缩空气管道、氧气管道、氢气管道、乙炔管道以及强腐蚀性介质以外的化工管道等。

## (3) 螺旋缝焊接钢管

螺旋缝焊接钢管采用热轧钢带卷经高温成形后焊接而成。常用于工作压力不超过 1.6MPa、介质温度低于 200℃ 的直径较大管道，如室外煤气、天然气及输油管道等。

## (4) 不锈钢无缝钢管

不锈钢无缝钢管分为热轧、热挤压和冷轧（拔）三类，有多种外径和不同壁厚，材质有多种不锈钢牌号可供选择。广泛用于食品工业、医药制品工业、印染及皮革制品等纺织、轻工业，以及有较强腐蚀性介质的管道工程中。

## (5) 高压无缝钢管

高压无缝钢管是用优质碳素钢、普通低合金钢和合金结构钢制成的。主要用于制造锅炉设备及管道工程用的高压、超高压管道。在工业管道工程中主要用于输送高压蒸汽、水和高温高压含氢介质液体等。

## 4. 常用钢制品及用途

在机电安装工程中，常用的钢制品主要有焊材、管件、阀门等。

### (1) 焊材

焊材包括焊条和焊丝。

1) 焊条：根据 1985 年国家标准局颁发的焊条国标变更规定，焊条可分为八类。焊条的类别和使用范围见表 1-1。

焊条的类别和使用范围

表 1-1

类 别	使 用 说 明
碳钢焊条	适用于低碳钢结构的焊接
低合金钢焊条	适用于低合金钢结构的焊接
不锈钢焊条	适用于耐腐蚀或耐热钢的焊接
堆焊焊条	专用于金属表面层的堆焊，具有耐磨损或耐腐蚀的性能
铸铁焊条	用于铸铁的补焊和焊接
镍和镍合金焊条	用于镍及镍合金材料的焊接、铸铁的补焊及异种金属的焊接
铜及铜合金焊条	用于铜及铜合金材料的焊接、铸铁的补焊及异种金属的焊接
铝及铝合金焊条	用于铝及铝合金材料的焊接

酸性焊条工艺性能良好，成型美观，其最大优点是对锈、油和水敏感性不大，抗气孔能力强，焊接电源可交、直流两用。酸性焊条的缺点是焊缝金属的机械性能差，尤其是冲击韧性比碱性焊条差，故仅适用于一般低碳钢和强度较低的普通低碳钢结构的焊接。

碱性焊条具有良好的抗裂性能，焊缝金属的机械性能特别是冲击韧性较高，广泛用于焊接重要的焊接结构。碱性焊条缺点是锈、油和水敏感性大，焊接电源宜采用直流。

### 2) 焊丝

焊丝按钢种分类可分为碳素结构钢、合金结构钢和不锈钢三大类。

焊接碳钢和低合金钢时，一般选用低碳钢焊条。焊丝牌号为“H08”与“H08A”，焊丝含碳量平均为0.08%；“A”表示优质钢，即对硫、磷等杂质含量的限制更加严格，常用于对焊缝金属的塑性和韧性要求比较高的焊接材料。

## (2) 管件

管件主要包括法兰、弯头、三通、四通、变径（大小头）、钢制活接头、管接头、封头、盲板等。

### 1) 法兰

平焊钢法兰：适用于公称压力不超过2.5MPa的碳素钢管道连接。平焊法兰和密封面可以制成光滑式、凹凸式和榫槽式三种。光滑式平焊法兰的应用量为最大。

对焊钢法兰：用于法兰与管子的对口焊接，其结构合理，强度与刚度较大，经得起高温高压及反复弯曲和温度波动，密封性可靠。公称压力为0.25~2.5MPa的对焊法兰采用凹凸式密封面。

松套法兰：松套法兰俗称活套法兰，分为焊环活套法兰、翻边活套法兰和对焊活动法兰。

### 2) 弯头、三通等

可分冲压焊接和无缝冲压两种。

冲压焊接弯头适用于 $PN \leq 2.5\text{MPa}$ 、温度 $\leq 200^\circ\text{C}$ 、材料为10、20号钢。

无缝冲压弯头按压力来分规格较多。优点是冲压弯头体积小、占用空间小、便于安装制作，缺点是流体的阻力稍大，介质压力损耗比撬弯弯头略大。

## (3) 阀门

根据工作压力、温度、介质状况、阀体、阀芯、密封垫材质不同及构造形式可以分为许多种类型。管道工程常用阀门大类上可以分为闸阀、截止阀、球阀、针形阀、蝶阀、止回阀、调节阀、角阀、减压阀、安全阀、旋塞阀、柱塞阀、隔膜阀、浮球阀、疏水阀等。

## 第二节 非金属材料分类和用途

非金属材料主要有高分子材料和无机非金属材料两类。

### 1. 高分子材料的分类和用途

主要由合成树脂、合成橡胶、合成纤维等材料制成塑料作为工程的结构材料。

### 2. 无机非金属材料的分类和用途

主要有耐火材料、各种陶器、砖瓦、玻璃、水泥以及氧化物陶瓷、金属陶瓷等。机电工程中常用的主要有砌筑材料、绝热材料、防腐材料和非金属管材、塑材及复合材料水管等。

#### (1) 砌筑材料

砌筑材料包括耐火黏土砖、普通高锅砖、轻质耐火砖、耐火水泥、硅藻土质隔热材料、轻质黏土砖、石棉绒（优质）、石棉水泥板、矿渣棉、蛭石和浮石等。

砌筑材料在机电工程中，一般用于各类型炉窑砌筑工程，如各种类型的锅炉炉墙砌筑；各种类型的冶炼炉砌筑；各种类型的窑炉砌筑等。

#### (2) 耐火混凝土

耐火混凝土包括硅酸盐水泥耐火混凝土、铝酸盐水泥耐火混凝土、磷酸盐耐火混凝土、镁质耐火混凝土。

1) 根据混凝土的密度不同,耐火混凝土又可分为普通耐火混凝土和轻质耐火混凝土。

2) 按胶凝材料不同,可分为:矾土水泥耐火混凝土、低钙铝酸盐水泥耐火混凝土和纯铝酸钙水泥耐火混凝土等。

3) 按耐火骨料品种不同,可分为:高铝质耐火混凝土和黏土质耐火混凝土等。矾土水泥是以适当成分的生料,经烧结或熔融所得的,是以弱碱性铝酸钙为主要成分的熟料或熔融块,磨成面粉后制成的一种早期强度增进率较快的水硬性胶结材料。

### (3) 绝热材料

常用绝热材料的种类很多,通常有膨胀珍珠岩类、离心玻璃棉类、超细玻璃棉类、微孔硅酸壳、矿棉类、岩棉类、泡沫塑料类等。

在机电安装工程中,常用于保温、保冷的各类容器、管道、通风空调管道等绝热工程。

### (4) 防腐材料

防腐材料大致可分为高分子材料、无机非金属材料、复合材料和涂料等,广泛用于机电安装工程中。常用防腐材料有:塑料制品、橡胶制品、玻璃钢及其制品、陶瓷制品、油漆及涂料等。

1) 陶瓷制品:管件、阀门、管材、泵用零件、轴承等。主要用于防腐蚀工程中。

2) 油漆及涂料:无机富锌漆、防锈底漆广泛用于设备管道工程中,如:清漆、冷固环氧树脂漆、环氧呋喃树脂漆、酚醛树脂漆等。

3) 塑料制品:聚氯乙烯、聚乙烯、聚四氟乙烯等,用于建筑管道、电线导管、化工耐腐蚀零件及热交换器等。

4) 橡胶制品:天然橡胶、氯化橡胶、氯丁橡胶、氯磺化聚乙烯橡胶、丁苯橡胶、丁酯橡胶等,用于密封件、衬板、衬里等。

5) 玻璃钢及其制品:以玻璃纤维为增强剂,以合成树脂为胶粘剂制成的复合材料,主要用于石油化工耐腐蚀耐压容器及管道等。

### (5) 非金属风管材料

非金属风管材料主要有:酚醛复合板材,聚氨酯复合板材,玻璃纤维复合板材,无机玻璃钢板材,硬聚氯乙烯板材。

非金属风管的种类及适用范围见表 1-2。

非金属风管的种类及适应范围

表 1-2

风管种类	适用范围	不适用范围
酚醛复合风管	低、中压空调系统及潮湿环境	高压系统及洁净空调、酸碱性环境和防排烟系统
聚氨酯复合风管	低、中、高压洁净空调系统及潮湿环境	酸性环境和防排烟系统
玻璃纤维复合风管	中压(1000Pa)以下的空调系统	洁净空调、酸碱性环境和防排烟系统以及相对湿度 90%以上的系统
水硬性无机玻璃钢风管	低、中、高压空调及防排烟系统	洁净空调及酸性环境
硬聚氯乙烯风管	洁净室含酸碱的排风系统	高温气体排放

### (6) 非金属管道材料

塑料及复合材料水管常用的有：聚乙烯塑料管，涂塑钢管，ABS工程塑料管，聚丙烯管（PP管），硬聚氯乙烯排水管及管件。

1) 聚乙烯塑料管：无毒，可用于输送生活用水。常使用的低密度聚乙烯水管（简称塑料自来水管）的规格，这种管材的外径与焊接钢管基本一致。

2) 涂塑钢管：具有优良的耐腐蚀性能和比较小的摩擦阻力。环氧树脂涂塑钢管适用于给水排水、海水、温水、油、气体等介质的输送，聚氯乙烯（PVC）涂塑钢管适用于排水、海水、油、气体等介质的输送。根据需要可在钢管的内外表面涂塑或仅涂敷外表面。涂塑钢管不能采用焊接连接，只能采用螺纹或法兰连接。

3) ABS工程塑料管：耐腐蚀、耐温及耐冲击性能均优于聚氯乙烯管，它由热塑性丙烯腈丁二烯一苯乙烯三元共聚体粘料经注射、挤压成型加工制成，使用温度为 $-20\sim 70^{\circ}\text{C}$ ，压力等级分为B、C、D3级。

4) 聚丙烯管（PP管）：聚丙烯管材系聚丙烯树脂经挤出成形而得，用于流体输送。按压力分为工、II、III型，其常温下的工作压力为：I型为 $0.4\text{MPa}$ ；II型为 $0.6\text{MPa}$ ；III型为 $0.8\text{MPa}$ 。

5) 硬聚氯乙烯排水管及管件：硬聚氯乙烯排水管及管件用于建筑工程排水，在耐化学性和耐热性能满足工艺要求的条件下，此种管材也可用于工业排水系统。

## 第三节 电工线材的分类和用途

### (1) 电线

1) BLX型、BLV型：铝芯电线，由于其重量轻，通常用于架空线路尤其是长途输电线路。

2) BX、BV型：铜芯电线被广泛采用在机电安装工程中，但由于橡皮绝缘电线生产工艺比聚氯乙烯绝缘电线复杂，且橡皮绝缘的绝缘物中某些化学成分会对铜产生化学作用，这种作用虽然轻微，但仍是一种缺陷，所以在机电安装工程中基本被聚氯乙烯绝缘电线替代。

3) RV型：铜芯软线主要采用在需柔性连接的可动部位。

4) BVV型：多芯的平形或圆形塑料护套，可用在电气设备内配线，较多的出现在家用电器内的固定接线，但型号不是常规线路用的BVV硬线，而是RVV，为铜芯塑料绝缘塑料护套多芯软线。

前缀有ZR表示的阻燃型电线，用在需阻燃的场所或与火灾报警系统有关的线路中。

### (2) 电缆（对铜芯、铝芯导体的分析与电线相同）

1) VLV、VV型电力电缆：不能受机械外力作用，适用于室内、隧道内及管道内敷设。

2) VLV<sub>22</sub>、VV<sub>22</sub>型电缆：能承受机械外力作用，但不能承受大的拉力，可敷设在地下。

3) VLV<sub>32</sub>、VV<sub>32</sub>型电缆：能承受机械外力作用，且可承受相当大的拉力，可敷设在竖井内、高层建筑的电缆竖井内，且适用于潮湿场所。

4) YFLV、YJV 型电力电缆：主要是高压电力电缆，随着下标的变化与前述各种电缆相同，说明可敷设的场所。

5) KVV 型控制电缆：适用于室内各种敷设方式的控制电路中。与电线一样，电力电缆的使用除满足场所的特殊要求外，从技术上看，主要应使其额定电压满足工作电压的要求。

## 第二章 电气工程技术

### 第一节 电路与电气设备

#### 1. 电路的基本概念及定律

##### (1) 电路中的物理现象和电路模型

###### 1) 实际电路

在电视机、音响设备、通信系统、计算机和电力网络中可以看到各种各样的电路，这些电路的特性和作用各不相同，但它们都是物理实体，称之为实际电路。实际电路是由一些电气器件或设备按照一定方式连接起来的，以完成能量的传输、转换或者信息的处理、传递。

###### 2) 理想电路元件和电路模型

将实际电路抽象为电路模型，需要将实际电路及其中的每一个实际电路器件的主要电磁性质进行科学抽象和概括。理想电路元件正是将实际电路器件的主要电磁属性进行科学抽象后得到的。定义一些理想化的电路元件来近似地模拟电气器件的电磁特性。用电阻、电容和电感等理想电路元件来近似模拟实际电路中的每个电气器件和设备，再根据这些器件的连接方式，用理想导线将这些电路元件连接起来，就得到该实际电路的电路模型。

##### (2) 电流、电压及功率

###### 1) 电流及电流的参考方向

电荷有规律的运动形成电流。导体内的电流是由金属内部自由电子在电场力的作用下运动而形成的。电流的大小取决于一定时间内通过导体截面  $S$  的电荷量的多少。不随时间变化的电流叫做恒定电流或直流电流，规定用大写字母  $I$  表示，小写字母  $i$  则表示随时间变化的交变电流。直流电流  $I$  与电量  $q$  的关系可表示为  $I=q/t$ 。电流强度  $I$  的单位是安[培]，A。

电流的方向一般采用正电荷的流动方向，实际上，在金属中流动的是带负电荷的电子，但习惯上仍然假设为正电荷的流动。

###### 2) 电压和电位

电荷在电场力作用下运动形成电流，在此过程中电场力推动电荷移动而做功，电压也就是电场力把单位正电荷从  $A$  点移动至  $B$  点所做的功。如果功的单位为焦耳，电量的单位为库伦，则电压的单位为伏[特]，V。

将正电荷在某点所具有的能量称为正电荷在该点的电位能。电位能与电位的比值称为电位，电路中两点之间的电压应等于两点电位之差，故电压也称为电位差。

与电流分析类似，电压也要选定参考方向。电压是代数量，其参考方向的选定是任意



的,但对于电阻、电感、电容等元件习惯上总是将电压和电流的方向选为一致方向(关联方向)。所谓电压的方向是指电位降低的方向,即正电荷电位能减少的方向。

### 3) 电功率和电能

对于电气设备,所需要的不仅是电流本身,而且是伴随电压、电流的电能。电功率是用来衡量电能转换或传输速率的物理量。电路中,电能所做的功即电路吸收的电能等于该电荷量与端电压的乘积。功率的 SI 单位是瓦 [特], W。

当电能通过元件转换成其他形式的能量时,电能对外做功,此时称该元件为消耗电能或吸收功率;当其他形式的能量通过元件转换成电能时,此时称该元件为发出电能或发出功率。

在实际的电气设备、元器件的工作中,对其功率都有限制,即额定功率。在使用时要注意其实际功率不能超过额定功率的限制,否则,设备或器件就可能缩短寿命甚至损坏。

### (3) 电阻

导体有良好的导电性能,但不同导体的导电性能是有差异的。衡量物体导电性能的物理量称为电阻,用大写字母  $R$  表示,其单位为欧姆,简称欧,单位符号为  $\Omega$ 。实验表明,用一定材料制成的粗细均匀的导体,在一定的温度下,其电阻与长度成正比,与截面积成反比。实际计算导线电阻时,可根据导线的材料和截面积,由手册查得导线每千米的电阻  $r(\Omega/\text{km})$ 。

### (4) 正弦交流电路

#### 1) 正弦量

电工技术中常见到随时间变化的电压和电流,如图 2-1 所示。

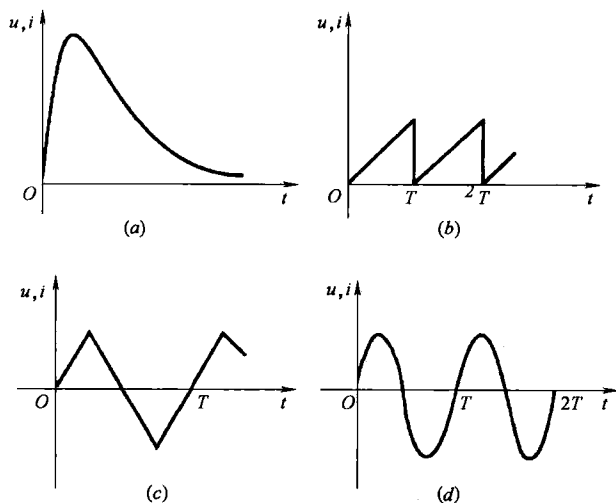


图 2-1 时变电压和电流波形

若周期电压、电流的大小和方向都随时间变化,且在一个周期内平均值为零,则称为交流电压、电流,这就是平时所说的交流电,用 AC 表示。随时间按正弦规律变化的交流电压、电流称为正弦电压、电流。正弦电压、电流统称为正弦量或正弦交流电。目前世界上电力工业中绝大多数都采用正弦量。