



中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定

主 编 王林根

# 建筑电气工程

JIANZHUIANQIGONGCHENG

建筑设备安装专业

中  
国  
建  
筑  
工  
业  
出  
版  
社

中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定  
全国建设行业中等职业教育推荐教材

# 建筑电气工程

(建筑设备安装专业)

主 编 王林根  
· 责任主审 李德英  
审 稿 李英姿 刘辛国

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑电气工程/王林根主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2002

中等职业教育国家规划教材. 建筑设备安装专业

ISBN 7-112-05415-X

I. 建… II. 王… III. 房屋建筑设备: 电气设备—安装—专业学校—教材 IV. TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 095754 号

本书是中等职业教育国家规划教材, 主要内容有电工常用材料、变配电系统、配线工程、电气照明、动力工程、防雷与接地、建筑电气控制、建筑弱电等建筑设备常用的电气工程的基本知识以及建筑电气安装工程的施工步骤、常用电气设备与配线工程的安装方法和安装要求, 在简要介绍建筑电气工程基本原理、系统组成、设备功能与特点等基础上, 重点突出施工及安装工艺, 内容简明扼要、图文并茂、通俗易懂, 并附有一定数量的标准化思考题与习题。

本书也可作为建筑设备及电气工程施工人员和维护维修人员的技术培训教材以及工程施工技术管理人员的参考书。

中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定  
全国建设行业中等职业教育推荐教材

建筑电气工程

(建筑设备安装专业)

主 编 王林根

责任主审 李德英

审 稿 李英姿

刘辛国

\*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京市兴顺印刷厂印刷

\*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 25% 字数: 622 千字

2003 年 6 月第一版 2004 年 7 月第二次印刷

印数: 2,001—3,500 册 定价: 31.00 元

ISBN 7-112-05415-X

TU · 4739 (11029)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

# 中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2002 年 10 月

本套教材由教育部职业教育与成人教育司组织编写，由教育部职业教育与成人教育司审定。本套教材共分 10 个分册，分别为：1. 德育课程；2. 文化基础课程；3. 专业技术基础课程；4. 重点建设专业主干课程；5. 重点建设专业主干课程；6. 重点建设专业主干课程；7. 重点建设专业主干课程；8. 重点建设专业主干课程；9. 重点建设专业主干课程；10. 重点建设专业主干课程。

# 前 言

2001年8月,根据国家《面向21世纪教育振兴行动计划》“职业教育课程改革和教材建设规划”项目成果,教育部公布了中等职业学校重点建设专业—建筑设备安装专业的教学指导方案。以体现全面推进素质教育、深化职业教育教学改革的精神,明确专业培养目标、业务范围、课程设置和教学要求。

本书主要依据中等职业教育国家重点专业:建筑设备安装专业《建筑电气工程》课程教学基本要求和最新国家有关标准和规范编写的,以作为建筑设备安装专业的授课教材;同时也可作为建筑电气工程安装人员、维护与维修人员的岗位培训教材;亦可供安装工程施工管理人员及安装技术人员参考。其内容涉及电工常用材料、变配电系统、配线工程、电气照明、动力工程、防雷与接地、建筑电气控制、建筑弱电等建筑电气系统,内容全面详细。在编写过程中,注意体现了中等职业教育的特点,图文并茂、深入浅出、力求通俗易懂,突出实际施工的技术要求和安装工艺,并可配合现代化教学手段和技能训练,以培养学生的专业素质和实际操作能力。

本教材分为两个学期讲授,按教学计划参考学时为120(三年制)~150(四年制)学时,各章内容的建议安排见“课时分配表”,使用时可根据学制和实际需要进行调整,内容可根据需要进行适当删减。

课时分配表

| 序号 | 章节  | 课程内容   | 学时数 | 学时分配 |    |    |    | 授课方式及要求       |
|----|-----|--------|-----|------|----|----|----|---------------|
|    |     |        |     | 授课   | 参观 | 习题 | 实验 |               |
| 1  | 绪论  | 绪论     | 14  |      |    |    |    | 课堂授课          |
| 2  | 第一章 | 常用电工材料 | 34  |      |    | 2  | 2  | 课堂授课、实物教学     |
| 3  | 第二章 | 变配电系统  | 34  |      | 2  | 2  | 2  | 课堂授课、多媒体授课、参观 |
| 4  | 第三章 | 配线工程   | 12  |      |    |    |    | 课堂授课          |
| 5  | 第四章 | 电气照明   | 18  |      | 2  | 2  |    | 课堂授课、实物教学     |
| 6  | 第五章 | 动力工程   | 10  |      |    | 2  | 2  | 课堂授课、多媒体授课、参观 |
| 7  | 第六章 | 建筑电气控制 | 24  |      |    | 2  | 8  | 课堂授课、实物教学     |
| 8  | 第七章 | 接地与防雷  | 8   |      |    |    |    | 课堂授课          |
| 9  | 第八章 | 建筑弱电系统 | 12  |      |    | 2  |    | 课堂授课、多媒体授课、参观 |
| 10 | 第九章 | 实践性教学  | 12  |      |    |    |    | 实验教学、参观       |

本书由河南省建筑工程学校王林根主编,南京职业教育中心邱海霞、新疆建筑工程学校刘玲、河南省建筑工程学校李斌参编。王林根编写绪论、第二、三、四章和附表及附图,邱海霞编写五、九章,刘玲编写六、八章、李斌编写第一、七章。本书在编写过程中得到建设部职成司、建设部中等专业学校建筑机电与设备安装专业指导委员会、河南省建筑工程学校等单位及领导的关心和大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限和时间仓促,错漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

# 目 录

|                  |       |       |       |
|------------------|-------|-------|-------|
| 275              | ..... | ..... | ..... |
| 285              | ..... | ..... | ..... |
| 301              | ..... | ..... | ..... |
| 301              | ..... | ..... | ..... |
| 304              | ..... | ..... | ..... |
| 绪言               | ..... | ..... | 1     |
| 第一章 常用电工材料       | ..... | ..... | 4     |
| 第一节 常用导电材料及应用    | ..... | ..... | 4     |
| 第二节 常用绝缘材料及应用    | ..... | ..... | 17    |
| 第三节 常用安装材料及应用    | ..... | ..... | 24    |
| 第二章 变配电系统        | ..... | ..... | 33    |
| 第一节 变压器          | ..... | ..... | 33    |
| 第二节 电力系统及供电系统※   | ..... | ..... | 42    |
| 第三节 10kV 变配电所※   | ..... | ..... | 46    |
| 第四节 高压电器         | ..... | ..... | 67    |
| 第五节 低压电器         | ..... | ..... | 81    |
| 第六节 负荷计算及导线选择※   | ..... | ..... | 97    |
| 第三章 配线工程         | ..... | ..... | 104   |
| 第一节 配线工程基本知识     | ..... | ..... | 104   |
| 第二节 室内明配线路       | ..... | ..... | 111   |
| 第三节 室内暗配线路       | ..... | ..... | 120   |
| 第四节 电缆配线         | ..... | ..... | 130   |
| 第五节 架空配电线路       | ..... | ..... | 142   |
| 第四章 电气照明         | ..... | ..... | 161   |
| 第一节 电气照明的基本知识    | ..... | ..... | 161   |
| 第二节 电光源及照明器      | ..... | ..... | 169   |
| 第三节 常用灯具选择和照明计算  | ..... | ..... | 182   |
| 第四节 照明供电         | ..... | ..... | 190   |
| 第五节 电气照明工程施工     | ..... | ..... | 199   |
| 第五章 动力工程         | ..... | ..... | 212   |
| 第一节 三相交流电动机      | ..... | ..... | 212   |
| 第二节 常用动力设备       | ..... | ..... | 224   |
| 第三节 动力设备安装       | ..... | ..... | 230   |
| 第四节 动力负荷计算※      | ..... | ..... | 239   |
| 第五节 电梯设备※        | ..... | ..... | 242   |
| 第六章 建筑电气控制       | ..... | ..... | 252   |
| 第一节 常用低压控制电器     | ..... | ..... | 252   |
| 第二节 继电器控制电路的基本环节 | ..... | ..... | 265   |
| 第三节 典型控制电路       | ..... | ..... | 270   |

|                |                 |     |
|----------------|-----------------|-----|
| 第四节            | 建筑电气常用控制电路      | 275 |
| 第五节            | 可编程控制器及应用※      | 283 |
| <b>第七章</b>     | <b>接地与防雷</b>    | 291 |
| 第一节            | 接地基本概念          | 291 |
| 第二节            | 建筑防雷            | 294 |
| 第三节            | 低压配电系统的接地型式     | 299 |
| 第四节            | 防雷与接地的安装        | 301 |
| <b>第八章</b>     | <b>建筑弱电系统</b>   | 318 |
| 第一节            | CATV 有线电视系统     | 318 |
| 第二节            | 电话通信系统          | 332 |
| 第三节            | 火灾自动报警系统        | 339 |
| 第四节            | 其他建筑弱电系统※       | 347 |
| <b>第九章</b>     | <b>实验</b>       | 353 |
| 实验一            | 三相变压器极性和结线组别测定  | 353 |
| 实验二            | 绝缘电阻与接地电阻测试     | 355 |
| 实验三            | 两处控制单灯线路        | 358 |
| 实验四            | 三相异步电动机的直接启动控制  | 360 |
| 实验五            | 三相异步电动机的正反转控制   | 364 |
| 实验六            | 液位自动控制电路        | 368 |
| 实验七            | 绕线式异步电动机的起动控制※  | 371 |
| 实验八            | 三相异步电动机的顺序控制※   | 372 |
| 实验九            | 三相异步电动机的工作特性测定※ | 374 |
| <b>附表</b>      |                 | 379 |
| 附表一            | 常用建筑图例符号        | 379 |
| 附表二            | 常用电气图形符号        | 380 |
| 附表三            | 电气设备常用基本文字符号    | 388 |
| 附表四            | 电气施工图的常用标注格式    | 389 |
| <b>附图</b>      |                 | 390 |
| <b>住宅电气施工图</b> |                 | 390 |
| <b>参考文献</b>    |                 | 403 |
| 注：“※”          | 符号为选学内容。        |     |

# 绪 言

## 一、建筑电气工程概述

随着现代建筑的多需求、多用途、多功能的迅猛发展,电能及电气工程技术的应用已渗透到建筑中的各个领域,同时建筑电气工程涉及的技术领域也日趋广泛,它们与人们的工作和生活已紧密相连,已成为人们工作与生活中不可缺少的组成部分。

### (一) 建筑电气工程的基本功能

建筑电气工程主要有以下几方面的功能。

(1) 建筑物人工采光。建筑物的人工采光方式目前主要采用电气照明,将电能通过特定的装置转换为光能,为建筑物提供人工采光。因此需为建筑物配置电气照明装置和与之配套的配电装置等。

(2) 动力电源。人们的相关活动有相当的时间是在建筑物中进行的,因此根据功能需要,建筑物常常配备与之息息相关的动力设施,如动力空调设备、给水设备、消防设备以及多层厂房的生产动力设备等。这些设施的动力能源多是由电能提供的,为此需要为建筑物配置动力电源。

(3) 建筑物减灾。建筑物及电气系统遭受雷击后,可能会造成建筑电气设备损坏、供电中断、建筑物发生着火或爆炸等事故。发生火灾后会威胁人身安全和财产安全,因此需为建筑物及电力系统提供防雷措施和火灾自动报警及联动灭火系统等减灾系统。

(4) 生活与工作需要。根据人们对生活和工作的需要,有些建筑物需配置电视、通信、广播、信息、数据传送等电气系统(常称弱电系统),为人们对生活和工作及现代技术的应用提供方便。

(5) 功能需要。有些电气系统主要应用于专用的建筑物中,如信号系统、传呼对讲系统、保安系统、电控系统等,以改善和提高各专用建筑的功能。

### (二) 建筑电气工程的基本组成

建筑电气工程是为实现一个或几个具体目的而实施的,是电气装置、布线系统和用电设备的组合。这种组合能满足建筑物预期的使用功能和安全要求,也能满足使用建筑物人的安全需要,按功能主要由变配电工程、电气照明工程、配线工程、动力工程、防雷与接地工程、建筑弱电工程和建筑电气控制系统等组成。

(1) 变配电系统。变配电系统主要由变压器和高压、低压配电装置等组成。其主要作用是转换电压(将电力系统电网电压转换为适合建筑物和用户使用的电压)、电能分配(电能汇集和重新分配)和保护功能(为建筑供电提供保护)。

(2) 电气照明。电气照明主要由照明装置(将电能转换为光能的装置)、照明控制和照明供电等组成。其主要作用是为用户提供人工采光。

(3) 配线工程。配线工程主要由照明、动力、控制、信号、弱电等各类敷设线路和设施所组成。主要作用是在建筑物内通过各类线路及敷设方式为用电场所和用电设施输送电能和提供信息。



(4) 动力工程。动力工程主要由动力设备、控制设备、电源设备等组成。其主要作用是动力用电设备提供电源和保护措施。

(5) 防雷与接地。防雷与接地工程主要由防雷装置和接地装置组成。防雷装置是为建筑物和建筑电气系统提供防雷措施；接地装置是为供电系统提供工作接地，为建筑物、电气设备提供保护接地（接零）。

(6) 建筑电气控制。建筑电气控制主要由各类开关电器、控制电器、自动装置、保护装置及线路的功能连接所组成，能为各动力用电设备和电气设备提供控制、起停、运行、监测、信号等控制功能。

(7) 建筑弱电系统。建筑弱电系统主要由 CATV 电缆电视系统、电话通信系统、火灾自动报警及联动系统、有线广播音响传输系统及其他弱电系统等组成，为不同类型的建筑物提供各种功能。

## 二、本课程的性质和主要内容

### (一) 本课程的性质

《建筑电气工程》是建筑设备专业实践性较强的专业技术课程，主要讲述建筑电气工程的常用设备和安装施工的一般程序及规律。其内容涉及电工常用材料、变配电系统、配线工程、电气照明、动力工程、防雷与接地、建筑电气控制、建筑弱电等建筑电气系统，内容全面详细，在简要介绍常用电气设备的名称、用途、常用技术参数的基础上，尽可能突出实际施工的安装工艺和技术要求，并通过实践教学、配合技能训练，培养学生的实际操作能力和施工技能。

### (二) 本课程的主要内容

本课程内容主要有以下几方面：

- (1) 常用电工材料的基本知识及应用。
- (2) 变压器及常用铭牌参数，变配电系统的基本组成、10kV 变配电所及常用高低压电气设备，变配电所工程的安装施工及要求。
- (3) 配线工程的基本要求及室内外常用配线工程的安装施工与一般技术要求。
- (4) 电气照明的基本知识、常用照明器及电气照明工程施工的基本程序和方法。
- (5) 电动机及常用技术数据，动力工程的基本形式和施工方法及要求。
- (6) 建筑电气控制电路的基本环节、常用低压控制电器及应用，继电控制电路的识读。
- (7) 接地与防雷的基本概念及安装。
- (8) 建筑弱电系统的基本知识：包括 CATV 系统、电话通信系统、火灾自动报警系统等的基本概念，弱电工程的常用器件、设备、线路以及施工要求与安装。
- (9) 配以试验、实训等实践性教学环节，着重培养学生的基本专业素质和实际动手能力。

## 三、学习本课程的意义和基本要求

### (一) 学习本课程的意义

建筑电气工程是电气工程施工安装的重要技术课程，在建筑设备安装中占有重要地位。随着我国电力工业、建筑业、电器制造业、现代技术和国民经济的迅猛发展以及人民生活水平的提高和工作条件的改善，与建设事业相关的各类行业、技术、产品已大量

进入建筑物内，其安装内容、安装技术和安装工艺要求也在不断的提高与更新。学习好本课程，将有助于电气工程技术的实际应用，为今后从事复杂的建筑设备电气工程施工打下良好的基础。

(二) 本课程的基本要求

通过本课程的学习和实践，应达到以下基本要求：

- (1) 了解建筑电气工程的基本组成，各部分的用途和构造原理。
- (2) 理解建筑电气工程常用设备和线路的基本性能、技术参数，并能正确选用。
- (3) 熟悉建筑电气工程的安装施工的基本方法和技术要求。

常用导线和电线的选择

1. 常用导线和电线的选择

导线和电线的选择是电气工程中的一个重要问题。在选择导线和电线时，应根据其用途、电压等级、电流大小、敷设环境等因素进行综合考虑。常用的导线和电线有铜导线、铝导线、塑料绝缘导线、橡皮绝缘导线等。

常用导线和电线的选择

常用导线和电线的选择应根据其用途、电压等级、电流大小、敷设环境等因素进行综合考虑。

常用导线和电线的选择

常用导线和电线的选择应根据其用途、电压等级、电流大小、敷设环境等因素进行综合考虑。在选择导线和电线时，应根据其用途、电压等级、电流大小、敷设环境等因素进行综合考虑。

常用导线和电线的选择

常用导线和电线的选择应根据其用途、电压等级、电流大小、敷设环境等因素进行综合考虑。在选择导线和电线时，应根据其用途、电压等级、电流大小、敷设环境等因素进行综合考虑。

常用导线和电线的选择

常用导线和电线的选择应根据其用途、电压等级、电流大小、敷设环境等因素进行综合考虑。

表 1-1

常用导线和电线的选择

| 导体截面 (mm <sup>2</sup> ) | 电压 (V) | 重量 (kg/m) | 导体电阻 (Ω/km) | 导体电抗 (Ω/km) | 材料 | 备注 |
|-------------------------|--------|-----------|-------------|-------------|----|----|
| 1.5                     | 220    | 0.17      | 11.7        | 0.19        | 铜  | 常用 |
| 2.5                     | 220    | 0.27      | 7.4         | 0.28        | 铜  | 常用 |
| 4                       | 220    | 0.43      | 4.6         | 0.43        | 铜  | 常用 |
| 6                       | 220    | 0.65      | 3.1         | 0.61        | 铜  | 常用 |
| 10                      | 220    | 1.08      | 1.9         | 0.98        | 铜  | 常用 |
| 16                      | 220    | 1.71      | 1.2         | 1.51        | 铜  | 常用 |
| 25                      | 220    | 2.54      | 0.78        | 2.26        | 铜  | 常用 |
| 35                      | 220    | 3.43      | 0.57        | 3.12        | 铜  | 常用 |
| 50                      | 220    | 4.71      | 0.42        | 4.29        | 铜  | 常用 |
| 70                      | 220    | 6.42      | 0.31        | 5.84        | 铜  | 常用 |
| 95                      | 220    | 8.54      | 0.23        | 7.78        | 铜  | 常用 |
| 120                     | 220    | 11.0      | 0.18        | 10.1        | 铜  | 常用 |
| 150                     | 220    | 13.8      | 0.14        | 12.8        | 铜  | 常用 |
| 185                     | 220    | 17.1      | 0.11        | 16.3        | 铜  | 常用 |
| 240                     | 220    | 22.8      | 0.08        | 21.8        | 铜  | 常用 |
| 300                     | 220    | 28.5      | 0.06        | 27.4        | 铜  | 常用 |
| 350                     | 220    | 33.2      | 0.05        | 32.1        | 铜  | 常用 |
| 400                     | 220    | 37.9      | 0.04        | 36.8        | 铜  | 常用 |

# 第一章 常用电工材料

在电气工程中，要经常选用、使用各种电工材料，掌握电工常用材料的性能、规格和使用方法，对电气工程的施工具有重要的意义。

## 本章学习重点：

- (1) 常用导电材料的种类、规格、性能、用途及选用。
- (2) 常用绝缘材料的种类、规格、性能及用途。
- (3) 常用安装材料的种类、规格和用途。

## 第一节 常用导电材料及应用

### 一、导电材料的基本概念

导电材料是主要电工材料之一，其用途主要是用来传导电流的，也有用来发热、发光、生磁或产生化学效应的。在电气工程中，材料选择是否得当，用料是否节省，常关系着整个电气工程的技术性能和经济指标。

#### (一) 导电材料的分类

常用导电材料一般分为良导体材料和高电阻材料。

##### 1. 良导体材料

常用良导体材料主要有铜、铝、钢、钨、锡、铅等。其中铜、铝、钢主要用于制作各种导线或母线，是电气工程应用最广泛的导电材料；钨主要用于制作灯丝；锡主要用于制作焊料和熔丝。

##### 2. 高电阻材料

常用高电阻材料主要有康铜、锰铜、镍铬、铁铬铝等，它们主要用来制作电阻器、电热设备及电气仪表中的电阻元件等。

#### (二) 导电材料的性能

常用导电材料的主要性能参数见表 1-1。

常用导电材料的主要性能参数

表 1-1

| 名称 | 符号 | 电阻率 (20℃)<br>( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ) | 电阻温度系数<br>( $10^{-3}/^\circ\text{C}$ ) (20℃) | 密度<br>( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 熔点<br>( $^\circ\text{C}$ ) | 抗拉强度<br>(MPa) |
|----|----|--|--|----------------------------------|----------------------------|---------------|
| 银  | Ag | 1.59   | 3.80   | 10.50                            | 961.93                     | 147           |
| 铜  | Cu | 1.69   | 3.93   | 8.90                             | 1084.50                    | 196           |
| 金  | Au | 2.40   | 3.40   | 19.30                            | 1064.43                    | 98            |
| 铝  | Al | 2.65   | 4.23   | 2.70                             | 660.37                     | 78            |
| 钨  | W  | 5.48   | 4.50   | 19.30                            | 3387.00                    | 1079          |
| 铁  | Fe | 9.78   | 5.00   | 7.86                             | 1541.00                    | 245           |
| 锡  | Sn | 11.40  | 4.20   | 7.30                             | 231.96                     | 24.5          |
| 铅  | Pb | 21.90  | 3.90   | 11.37                            | 327.50                     | 15.7          |
| 锌  | Zn | 6.10   | 3.70   | 7.14                             | 419.58                     | 147           |

1. 铜

铜是最常用的导电金属材料。它具有导电性高、导热性好、易于焊接、便于加工、耐腐蚀等特性，属于非磁性物质。常用作各种电线电缆的导体、电气设备中的导电零件等。

2. 铝

铝具有良好的导电性、导热性、耐腐蚀性，密度小，易于加工制造，有一定的机械强度，属于非磁性物质。常用作电缆、导线和母线的线芯等。

3. 钢

钢是含碳量低于 2% 的一种铁碳合金，具有很高的锻造性、延伸性和机械强度，常用作小功率的导线、接地装置及连接线和钢芯铝绞线等。

二、常用导线

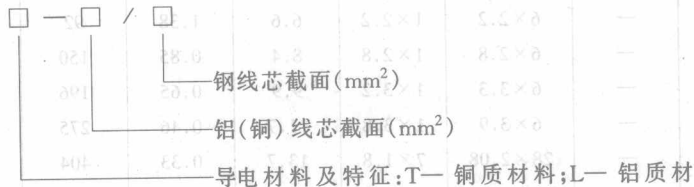
常用导线可分为裸导线和绝缘导线。导线线芯要求导电性能好、机械强度大、质地均匀、表面光滑、无裂纹、耐腐蚀性好；导线的绝缘层要求绝缘性能好，质地柔韧并具有相当的机械强度，能耐酸、碱、油及臭氧的侵蚀。

(一) 裸导线

没有外包绝缘层的导线称为裸导线。

1. 裸导线的表示方法

裸导线的型号表示方法如下：



例如：LGJ-50/8 表示钢芯铝绞线，铝线芯截面为 50mm<sup>2</sup>，钢线芯截面为 8mm<sup>2</sup>。

2. 裸导线的性能参数

裸导线分为裸单线（单股导线）和裸绞线（多股绞合线），主要用于室外架空线路。

(1) 裸单线。常用的圆形裸单线有铜质（TY、TR）和铝质（LY、LR），主要用作电线电缆的线芯。

(2) 裸绞线。裸绞线是将多根圆单线绞合在一起而组成的导线。其表示方法是将股数和直径写在一起，即：股数×直径（mm）。裸绞线常用于高低压架空输电线路。常用裸绞线的技术参数及载流量见表 1-2。

3. 裸导线的载流量

常用裸绞线的技术参数及载流量见表 1-2。

(二) 绝缘导线

具有绝缘层的导线称为绝缘导线。

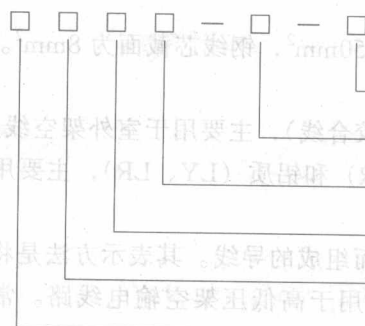
1. 绝缘导线的表示方法

常用裸绞线的技术参数及载流量

表 1-2

| 型号  | 名称                    | 标称截面<br>(mm <sup>2</sup> ) | 铜线根数<br>及单线直径<br>(mm) | 铝线根数<br>及单<br>线直径<br>(mm) | 钢线根<br>数及单<br>线直径<br>(mm) | 外径<br>(mm) | 直流电阻<br>(20℃)<br>(Ω/km)<br>不大于 | 电线<br>质量<br>(kg/km) | 允许电流<br>(A) |     |
|-----|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|------------|--------------------------------|---------------------|-------------|-----|
|     |                       |                            |                       |                           |                           |            |                                |                     | 室外          | 室内  |
| TJ  | 硬<br>铜<br>绞<br>线      | 16                         | 7×1.68                | —                         | —                         | 5.0        | 1.20                           | 143                 | 130         | 100 |
|     |                       | 25                         | 7×2.11                | —                         | —                         | 6.3        | 0.74                           | 220                 | 180         | 140 |
|     |                       | 35                         | 7×2.49                | —                         | —                         | 7.5        | 0.54                           | 310                 | 220         | 175 |
|     |                       | 50                         | 7×2.97                | —                         | —                         | 8.9        | 0.39                           | 440                 | 270         | 220 |
|     |                       | 70                         | 19×2.14               | —                         | —                         | 10.6       | 0.28                           | 613                 | 340         | 280 |
|     |                       | 95                         | 19×2.49               | —                         | —                         | 12.4       | 0.20                           | 838                 | 415         | 340 |
| LJ  | 硬<br>铝<br>绞<br>线      | 16                         | —                     | 7×1.70                    | —                         | 5.1        | 1.98                           | 44                  | 105         | 80  |
|     |                       | 25                         | —                     | 7×2.12                    | —                         | 6.4        | 1.28                           | 68                  | 135         | 110 |
|     |                       | 35                         | —                     | 7×2.50                    | —                         | 7.5        | 0.92                           | 95                  | 170         | 135 |
|     |                       | 50                         | —                     | 7×3.00                    | —                         | 9.0        | 0.64                           | 136                 | 215         | 170 |
|     |                       | 70                         | —                     | 7×3.55                    | —                         | 10.7       | 0.46                           | 191                 | 265         | 215 |
|     |                       | 95                         | —                     | 7×4.12                    | —                         | 12.5       | 0.34                           | 257                 | 325         | 260 |
| LGJ | 钢<br>芯<br>铝<br>绞<br>线 | 16                         | —                     | 6×1.8                     | 1×1.8                     | 5.4        | 2.04                           | 62                  | 105         | —   |
|     |                       | 25                         | —                     | 6×2.2                     | 1×2.2                     | 6.6        | 1.38                           | 92                  | 135         | —   |
|     |                       | 35                         | —                     | 6×2.8                     | 1×2.8                     | 8.4        | 0.85                           | 150                 | 170         | —   |
|     |                       | 50                         | —                     | 6×3.3                     | 1×3.2                     | 9.9        | 0.65                           | 196                 | 220         | —   |
|     |                       | 70                         | —                     | 6×3.9                     | 1×3.8                     | 11.7       | 0.46                           | 275                 | 275         | —   |
|     |                       | 95                         | —                     | 28×2.08                   | 7×1.8                     | 13.7       | 0.33                           | 404                 | 335         | —   |

绝缘导线的表示方法如下：



例如: BLVV-500-25 表示铝芯塑料绝缘塑料护套线, 额定电压为 500V, 导线截面为 25mm<sup>2</sup>。




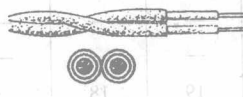

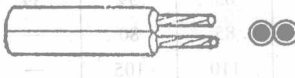
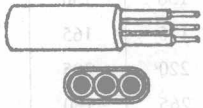
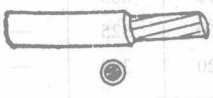
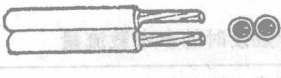
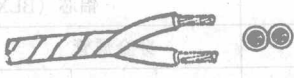
## 2. 绝缘导线的种类

绝缘导线的种类很多: 按线芯材料分为铜芯和铝芯; 按线芯股数分为单股和多股; 按线芯结构分为单芯、双芯和多芯; 按绝缘材料分为橡皮绝缘导线和塑料绝缘导线等。常用

绝缘导线的型号和主要用途见表 1-3。

常用绝缘导线的型号和主要用途

表 1-3

| 型号            | 名称             | 构造及截面图  | 主要用途                                       |
|---------------|----------------|---|--|
| BX            | 铜芯<br>橡皮线      |    | 用于交流额定电压 250V 至 500V 的电路中, 适用固定敷设          |
| BXR           | 橡皮软线           |    | 供交流电压 500V 或直流电压 1000V 电路中配电和连接仪表用, 适用管内敷设 |
| BXS           | 双芯<br>橡皮线      |    | 用于交流额定电压 250V 的电路中, 在干燥场所宜在绝缘子上敷设          |
| BXH           | 橡皮花线           |    | 用于交流额定电压 250V 的电路中, 在干燥场所供移动用电设备接线用        |
| BLX           | 铝芯<br>橡皮线      |    | 用于交流额定电压 250V 至 500V 的电路中, 适用固定敷设          |
| BLV<br>(BV)   | 铝(铜)<br>芯塑料线   |   | 用于交流电压 500V 以下或直流电压 1000V 以下电路中, 室内固定敷设    |
| BLVV<br>(BVV) | 铝(铜)芯<br>塑料护套线 |  | 用于交流电压 500V 以下或直流电压 1000V 以下电路中, 室内固定敷设    |
| BVR           | 铜芯塑料<br>软线     |  | 用于交流电压 500V 以下电路中, 要求电线比较柔软的场所敷设           |
| RVB           | 平行塑料<br>绝缘软线   |  | 用于交流电压 250V 电路中, 室内连接小型电器、移动或半移动敷设时使用      |
| RVS           | 双绞塑料<br>绝缘软线   |  | 用于交流电压 250V 电路中, 室内连接小型电器、移动或半移动敷设时使用      |

### 3. 绝缘导线的载流量

导线的载流量是指在一定条件下, 导线通过电流时, 考虑其发热程度而规定的允许值。绝缘导线在空气中敷设时的参考载流量见表 1-4, 在空气中绝缘导线穿管敷设时的参考载流量见表 1-5。

### 三、电缆

电缆是一种多芯导线，线芯间也互相绝缘。电缆的种类很多，有电力电缆、控制电缆、通信电缆等，电缆的分类见表 1-6。

#### (一) 电力电缆

电力电缆主要是用来输送和分配大功率电能的导线，常用电缆的型号及主要用途见表 1-7。

绝缘导线在空气中敷设时的参考载流量

表 1-4

| 导线截面 (mm <sup>2</sup> ) | 长期连续负荷允许电流 (A)   |           |                               |      |    |             |     |      |    |    |
|-------------------------|------------------|-----------|-------------------------------|------|----|-------------|-----|------|----|----|
|                         | 铜芯绝缘导线           |           |                               |      |    | 铝芯绝缘导线      |     |      |    |    |
|                         | BX<br>BXF<br>BXR | BV<br>BVR | BVV RVV RVB RVS<br>RV RFB RFS |      |    | BLX<br>BLXF | BLV | BLVV |    |    |
|                         | 单芯               | 单芯        | 一芯                            | 二芯   | 三芯 | 单芯          | 单芯  | 一芯   | 二芯 | 三芯 |
| 0.4                     | —                | —         | 11                            | 8.5  | 6  | —           | —   | —    | —  | —  |
| 0.5                     | —                | —         | 12.5                          | 9.5  | 7  | —           | —   | —    | —  | —  |
| 0.75                    | 18               | 16        | 16                            | 12.5 | 9  | —           | —   | —    | —  | —  |
| 1.0                     | 21               | 19        | 19                            | 15   | 11 | —           | —   | —    | —  | —  |
| 1.5                     | 27               | 24        | 24                            | 19   | 12 | 19          | 18  | —    | —  | —  |
| 2                       | —                | —         | 28                            | 22   | 17 | —           | —   | —    | —  | —  |
| 2.5                     | 35               | 32        | 32                            | 26   | 20 | 27          | 25  | 25   | 20 | 16 |
| 4                       | 45               | 42        | 42                            | 36   | 26 | 35          | 32  | 34   | 26 | 22 |
| 6                       | 58               | 55        | 55                            | 47   | 32 | 45          | 42  | 43   | 33 | 25 |
| 10                      | 85               | 75        | 75                            | 65   | 52 | 65          | 59  | 59   | 51 | 40 |
| 16                      | 110              | 105       | —                             | —    | —  | 85          | 80  | —    | —  | —  |
| 25                      | 145              | 138       | —                             | —    | —  | 110         | 105 | —    | —  | —  |
| 35                      | 180              | 170       | —                             | —    | —  | 138         | 130 | —    | —  | —  |
| 50                      | 230              | 215       | —                             | —    | —  | 175         | 165 | —    | —  | —  |
| 70                      | 285              | 265       | —                             | —    | —  | 220         | 205 | —    | —  | —  |
| 95                      | 345              | 325       | —                             | —    | —  | 265         | 150 | —    | —  | —  |
| 120                     | 400              | 375       | —                             | —    | —  | 310         | 285 | —    | —  | —  |
| 150                     | 470              | 430       | —                             | —    | —  | 360         | 325 | —    | —  | —  |
| 185                     | 540              | 490       | —                             | —    | —  | 420         | 380 | —    | —  | —  |

注：导线最高允许工作温度 65℃，周围环境温度 25℃。

在空气中绝缘导线穿管敷设时的参考载流量

表 1-5

| 导线截面 (mm <sup>2</sup> ) | 长期连续负荷允许电流 (A) |    |    |      |    |    |                 |    |    |      |    |    |
|-------------------------|----------------|----|----|------|----|----|-----------------|----|----|------|----|----|
|                         | 铜芯 (BX、BXF 型)  |    |    |      |    |    | 铝芯 (BLX、BLXF 型) |    |    |      |    |    |
|                         | 穿金属管           |    |    | 穿塑料管 |    |    | 穿金属管            |    |    | 穿塑料管 |    |    |
|                         | 二根             | 三根 | 四根 | 二根   | 三根 | 四根 | 二根              | 三根 | 四根 | 二根   | 三根 | 四根 |
| 1.0                     | 15             | 14 | 12 | 13   | 12 | 11 | —               | —  | —  | —    | —  | —  |
| 1.5                     | 20             | 18 | 17 | 17   | 16 | 14 | 15              | 14 | 11 | 14   | 12 | 11 |
| 2.5                     | 28             | 25 | 23 | 25   | 22 | 20 | 21              | 19 | 16 | 19   | 17 | 15 |
| 4                       | 37             | 33 | 30 | 33   | 30 | 26 | 28              | 25 | 23 | 25   | 23 | 20 |
| 6                       | 49             | 43 | 39 | 43   | 38 | 34 | 37              | 34 | 30 | 33   | 29 | 26 |
| 10                      | 68             | 60 | 53 | 59   | 52 | 46 | 52              | 46 | 40 | 44   | 40 | 35 |

续表

| 导线<br>截面<br>(mm <sup>2</sup> ) | 长期连续负荷允许电流 (A) |     |     |      |     |     |                 |     |     |      |      |     |
|--------------------------------|----------------|-----|-----|------|-----|-----|-----------------|-----|-----|------|------|-----|
|                                | 铜芯 (BX、BXF 型)  |     |     |      |     |     | 铝芯 (BLX、BLXF 型) |     |     |      |      |     |
|                                | 穿金属管           |     |     | 穿塑料管 |     |     | 穿金属管            |     |     | 穿塑料管 |      |     |
|                                | 二根             | 三根  | 四根  | 二根   | 三根  | 四根  | 二根              | 三根  | 四根  | 二根   | 三根   | 四根  |
| 16                             | 86             | 77  | 69  | 76   | 68  | 60  | 66              | 59  | 52  | 58   | 52   | 46  |
| 25                             | 113            | 100 | 90  | 100  | 90  | 80  | 86              | 76  | 68  | 77   | 68   | 60  |
| 35                             | 140            | 122 | 110 | 125  | 110 | 98  | 106             | 94  | 83  | 95   | 84   | 74  |
| 50                             | 175            | 154 | 137 | 160  | 140 | 123 | 133             | 118 | 105 | 120  | 108  | 95  |
| 70                             | 215            | 193 | 173 | 195  | 175 | 155 | 165             | 150 | 133 | 153  | 135  | 120 |
| 95                             | 260            | 235 | 210 | 240  | 215 | 195 | 200             | 180 | 160 | 184  | 165  | 150 |
| 120                            | 300            | 270 | 245 | 278  | 250 | 227 | 230             | 210 | 190 | 210  | 190  | 170 |
| 150                            | 340            | 310 | 280 | 320  | 290 | 265 | 260             | 240 | 220 | 250  | 227  | 205 |
| 185                            | 385            | 355 | 320 | 360  | 330 | 300 | 295             | 270 | 250 | 282  | 255  | 232 |
|                                | 铜芯 (BV 型)      |     |     |      |     |     | 铝芯 (BLV 型)      |     |     |      |      |     |
| 1.0                            | 14             | 13  | 11  | 12   | 11  | 10  | —               | —   | —   | —    | —    | —   |
| 1.5                            | 19             | 17  | 16  | 16   | 15  | 13  | 15              | 13  | 12  | 13   | 11.5 | 10  |
| 2.5                            | 26             | 24  | 22  | 24   | 21  | 19  | 20              | 18  | 15  | 18   | 16   | 14  |
| 4                              | 35             | 31  | 28  | 31   | 28  | 25  | 27              | 24  | 22  | 24   | 22   | 19  |
| 6                              | 47             | 41  | 37  | 41   | 36  | 32  | 35              | 32  | 28  | 31   | 27   | 25  |
| 10                             | 65             | 57  | 50  | 56   | 49  | 44  | 49              | 44  | 38  | 42   | 38   | 33  |
| 16                             | 82             | 73  | 65  | 72   | 65  | 57  | 63              | 56  | 50  | 55   | 49   | 44  |
| 25                             | 107            | 95  | 85  | 95   | 85  | 75  | 80              | 70  | 65  | 73   | 65   | 57  |
| 35                             | 133            | 115 | 105 | 120  | 105 | 93  | 100             | 90  | 80  | 90   | 80   | 70  |
| 50                             | 165            | 146 | 130 | 150  | 132 | 117 | 125             | 110 | 100 | 114  | 102  | 90  |
| 70                             | 205            | 183 | 165 | 185  | 167 | 148 | 155             | 143 | 127 | 145  | 130  | 115 |
| 95                             | 250            | 225 | 200 | 230  | 205 | 185 | 190             | 170 | 152 | 175  | 158  | 140 |
| 120                            | 290            | 260 | 230 | 270  | 240 | 215 | 220             | 195 | 172 | 200  | 180  | 160 |
| 150                            | 330            | 300 | 265 | 305  | 275 | 250 | 250             | 225 | 200 | 230  | 207  | 185 |
| 185                            | 380            | 340 | 300 | 355  | 310 | 280 | 285             | 255 | 230 | 265  | 235  | 212 |

注：导线最高允许工作温度 65℃，周围环境温度 25℃。

电缆的分类

表 1-6

| 按电缆用途分类 | 按电缆绝缘材料分类                    | 按电缆冷却介质分类 | 按电缆芯数分类 |
|---------|------------------------------|-----------|---------|
| 电力电缆    | 纸绝缘电力 (控制) 电缆                | 油浸式电缆     | 单芯电缆    |
| 控制电缆    | 橡皮绝缘电力 (控制) 电缆               | 不滴流浸渍电缆   | 双芯电缆    |
| 通信电缆    | 塑料绝缘电力 (控制) 电缆 (多为聚氯乙烯、聚乙烯等) | 充气电缆      | 三芯电缆    |
|         | 交链聚乙烯电力 (控制) 电缆              |           | 四芯电缆    |
|         |                              |           | 五芯电缆    |
|         |                              |           | 多芯电缆    |

常用电缆的型号及主要用途

表 1-7

| 型号              | 名称            | 主要用途   |
|-----------------|---------------|--|
| YHZ             | 中型橡套电缆        | 500V, 电缆能承受相当机械外力                                  |
| YHC             | 重型橡套电缆        | 500V, 电缆能承受较大机械外力                                  |
| YHH             | 电焊机用橡套软电缆     | 供连接电源用   |
| YHHR            | 电焊机用橡套特软电缆    | 主要供连接卡头用   |
| VV 系列<br>VLV 系列 | 聚氯乙烯绝缘及护套电力电缆 | 用于固定敷设, 供交流电压 500V 以下或直流电压 1000V 以下电力线路            |
| KVV 系列          | 聚氯乙烯绝缘及护套控制电缆 | 用于固定敷设, 供交流电压 500V 以下或直流电压 1000V 以下配电装置, 作为仪器仪表连接用 |



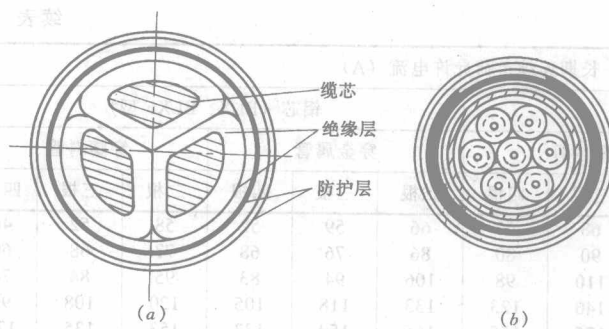


图 1-1 电缆结构示意图  
(a) 电力电缆; (b) 控制电缆

### 1. 电缆的结构

电力电缆由缆芯、绝缘层和保护层三个主要部分构成, 其结构示意见图 1-1 (a)

(1) 缆芯。缆芯材料通常为铜或铝。铜芯线比铝芯线导电性好, 机械强度高。线芯截面有圆形、半圆形、扇形等多种。线芯的数量可分为单芯、双芯、三芯、四芯和五芯等。

(2) 绝缘层。电缆绝缘层的作用是将缆芯与导体之间及缆芯线与保护层之间相互绝缘, 要求有良好的绝缘性能和耐热性能。绝缘层用的绝缘材料分别有油浸纸绝缘、聚氯乙烯绝缘、聚乙烯绝缘和橡胶绝缘等。

(3) 保护层。保护层又分为内护层和外护层两部分。内护层保护绝缘层不受潮湿, 并防止电缆浸渍剂外流, 常用铝、铅、塑料、橡胶等做成。外护层保护绝缘及内护层不受机械损伤和化学腐蚀, 常用的有沥青麻护层、钢带铠装等几种。

### 2. 电力电缆的型号

电力电缆的型号由字母和数字组成, 字母表示电缆的用途、绝缘、缆芯材料及内护套、特征等; 数字表示外护套和铠装的类型。电力电缆的型号由五个部分组成, 电力电缆型号组成及含义见表 1-8。

电力电缆型号组成及含义 表 1-8

| 绝缘代号     | 导体代号             | 内护层代号           | 特征代号                            | 外护层代号                     |                           |
|----------|------------------|-----------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|
|          |                  |                 |                                 | 第 1 数字                    | 第 2 数字                    |
| Z-纸绝缘    | T-铜 (可省略)<br>L-铝 | Q-铅包            | D-不滴流<br>P-贫油式 (即干绝缘)<br>F-分相铅包 | 2-双钢带<br>3-细圆钢丝<br>4-粗圆钢丝 | 1-纤维绕包<br>2-聚氯乙烯<br>3-聚乙烯 |
| X-橡皮绝缘   |                  | L-铝包            |                                 |                           |                           |
| V-聚氯乙烯   |                  | H-橡胶套           |                                 |                           |                           |
| YJ-交联聚乙烯 |                  | V-聚氯乙烯<br>Y-聚乙烯 |                                 |                           |                           |

注: 在外护层代号中, 第一个数字表示铠装层, 第二个数字表示外被层。

### 3. 电力电缆的载流量

电力电缆在空气中敷设的载流量见表 1-9, 当环境温度不同时可按表 1-10 进行校正。

#### (二) 控制电缆

控制电缆在配电装置中用来传导信号电流, 连接电气仪表及继电保护装置和自动控制回路, 一般为多芯低压电缆, 其构造与电力电缆相似 (参见图 1-1 (b))。这种电缆一般在交流 500V、直流 1000V 以下的电压下运行。因电流不大, 且是间断性负荷, 所以截面较小, 一般在  $1.5 \sim 10\text{mm}^2$ 。控制电缆按绝缘材料分为油浸纸绝缘控制电缆、橡胶绝缘控制电缆和塑料绝缘控制电缆等。

#### (三) 通信电缆

##### 1. 电缆的结构