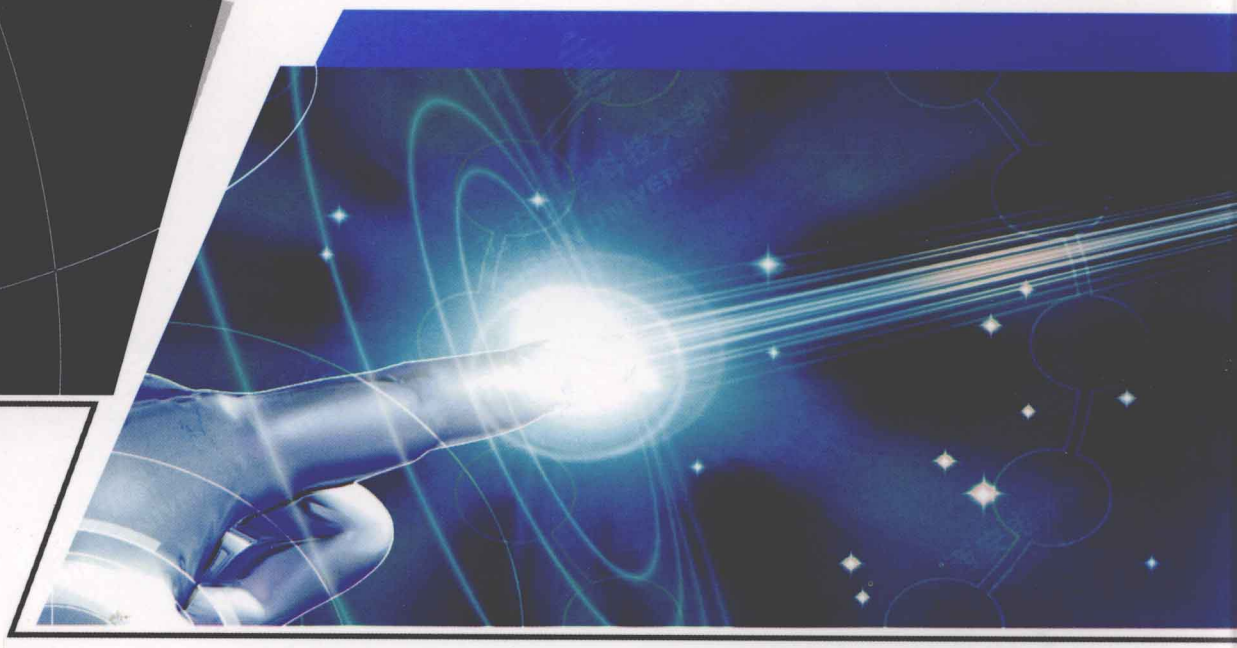
高职高专电子信息类“十一五”规划教材

电子与电工技术

罗力渊　周名侦　主编



西安电子科技大学出版社
http://www.xduph.com

高职高专电子信息类“十一五”规划教材

电子与电工技术

主　编　罗力渊　周名侦

副主编　廖洪鹏　郝建豹　丘社权

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书是根据教育部高职高专人才培养培训方案的指导思想编写而成的。书中系统地介绍了电工、模拟电子和数字电子技术的基础理论及相关实训项目。本书共16章，具体内容包括：企业供电与安全用电，常用电工测量仪表，直流电路，正弦交流电路，三相交流电路，磁路和变压器，电动机，继电—接触器控制，常用半导体器件，放大电路，电源电路，数字电路基础，组合逻辑电路，时序逻辑电路，数/模转换与模/数转换，半导体存储器简介。另外，书中还包括8个实训项目。

本书力求简明实用，对基础理论本着够用、实用的原则作系统介绍；每介绍完一个知识点，都配有相关的例题分析；每章末附有习题。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人院校和民办高校机电类专业及近机类专业的教材，也可作为机电行业工程技术人员的参考书或培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电子与电工技术/罗力渊，周名侦主编.

—西安：西安电子科技大学出版社，2010.9

高职高专电子信息类“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5606-2460-0

Ⅰ.①电… Ⅱ.①罗… ②周… Ⅲ.①电子技术—高等学校：技术学校—教材

②电工技术—高等学校：技术学校—教材 Ⅳ.①TN ②TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第139113号

策　　划　寇向宏

责任编辑　邵汉平　寇向宏

出版发行　西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电　　话　(029)88242885　88201467　　邮　　编　710071

网　　址　www.xduph.com　　电子邮箱　xdupfxb001@163.com

经　　销　新华书店

印刷单位　西安文化彩印厂

版　　次　2010年9月第1版　2010年9月第1次印刷

开　　本　787毫米×1092毫米　1/16　印　张　22.25

字　　数　528千字

印　　数　1～3000册

定　　价　32.00元

ISBN 978-7-5606-2460-0/TN·0569

XDUP 2752001-1

*****如有印装问题可调换*****

本社图书封面为激光防伪覆膜，谨防盗版。

前　言

为适应高职教育对人才培养的需求，本书对电子与电工技术的内容体系进行了整体优化，对传统的以学科为主线的教学内容进行了必要的调整和合并，适当降低了理论深度和难度，拓宽了知识面，强化了岗位技能所需的新技术、新知识。同时，结合维修电工(中、高级)考证的需要，添加了相关维修电工考证的内容。

本书严格依据“以应用为目的，以必需够用为度”的原则，从实际应用的需要出发组织编写，尽量减少了实用性不强的理论和概念。

本书的基本理论可分为安全用电、电路基础、电气控制、模拟电子技术和数字电子技术五大部分，共16章，具体内容包括：企业供电与安全用电，常用电工测量仪表，直流电路，正弦交流电路，三相交流电路，磁路和变压器，电动机，继电—接触器控制，常用半导体器件，放大电路，电源电路，数字电路基础，组合逻辑电路，时序逻辑电路，数/模转换与模/数转换，半导体存储器简介。另外，书中还包括8个实训项目。

书中配有大量与实际相关的例题，使内容更加具体，便于学习、实践和操作训练。

本书由广东交通职业技术学院罗力渊、周名侦任主编，廖洪鹏、郝建豹、丘社权任副主编。具体编写分工如下：周名侦编写第1、2章和附录A、B以及部分实训项目，廖洪鹏编写第3～5章，罗力渊编写第6～8章和附录C、D，丘社权编写第9～11章，郝建豹编写第12～16章；全书由罗力渊和周名侦统稿并定稿。另外，杨雪、于秋生、孙启强、邢悦、王慧卉、丰伟刚、陈彩可、范翠丽、陈忠盟、李鹏飞、李钢、刘秋红、陆深焕、魏华兴、殷忠敏等参加了部分内容的编写，在此一并表示感谢。

本书在编写过程中参考了许多文献资料，在此谨向这些文献资料的编著者和编写单位表示衷心的感谢。由于编者的水平有限，书中难免有不足之处，恳请使用本书的广大师生与读者批评指正。

编　者

2010年3月

目　录

第 1 章　企业供电与安全用电 …… 1
1.1　发电、输电和配电概述 …… 1
1.1.1　电力的生产和输送 …… 1
1.1.2　电力系统、电力网及动力系统的概念 …… 2
1.1.3　电力分配 …… 3
1.2　电力线路 …… 4
1.2.1　架空线路 …… 4
1.2.2　车间线路 …… 6
1.2.3　电缆线路 …… 7
1.3　导线的安全条件与选择 …… 9
1.3.1　导线截面的选择 …… 9
1.3.2　导线的选择 …… 11
1.4　安全用电与触电急救 …… 14
1.4.1　电流对人体的伤害 …… 14
1.4.2　触电的常见原因 …… 15
1.4.3　防止触电及预防保护措施 …… 16
1.4.4　触电急救 …… 19
小结 …… 22
习题 …… 22
第 2 章　常用电工测量仪表 …… 24
2.1　电工仪表基本知识 …… 24
2.1.1　电工仪表的种类 …… 24
2.1.2　电工仪表的常用符号 …… 26
2.2　电流、电压和电功率的测量 …… 26
2.2.1　电流的测量 …… 26
2.2.2　电压的测量 …… 27
2.2.3　电功率的测量 …… 27
2.3　万用表 …… 30
2.3.1　万用表的结构 …… 30
2.3.2　万用表(MF500B 型)的使用方法 …… 31
2.3.3　操作注意事项 …… 33
2.4　兆欧表 …… 33
2.4.1　兆欧表的结构与原理 …… 33
2.4.2　兆欧表的使用方法及注意事项 …… 35
2.5　电能表 …… 36
2.5.1　铭牌名称及型号 …… 37
2.5.2　电能表的技术参数 …… 37
2.5.3　电能表的工作原理 …… 37
2.5.4　电能表的接线 …… 38
2.5.5　电能表使用注意事项 …… 38
实训一　利用万用表测量相关参数 …… 39
小结 …… 41
习题 …… 42
第 3 章　直流电路 …… 43
3.1　电路和电路模型 …… 43
3.1.1　电路的定义及功能 …… 43
3.1.2　电路模型与电路图 …… 43
3.2　电路的基本物理量 …… 44
3.2.1　电流 …… 44
3.2.2　电压 …… 45
3.3　电功率与电能 …… 46
3.3.1　电功率 …… 46
3.3.2　电能 …… 46
3.4　电阻元件 …… 47
3.4.1　电阻元件及伏安特性 …… 47
3.4.2　电阻元件的功率 …… 48
3.4.3　电阻的串联 …… 48
3.4.4　电阻的并联 …… 50
3.4.5　电阻的混联 …… 51
3.5　电压源和电流源 …… 53
3.5.1　电压源 …… 53
3.5.2　电流源 …… 54
3.5.3　两种电源模型的等效条件 …… 55
3.6　电路分析方法 …… 58
3.6.1　基尔霍夫电流定律(KCL) …… 59
3.6.2　基尔霍夫电压定律(KVL) …… 60
3.6.3　电位及参考点 …… 61
3.6.4　支路电流法 …… 62
3.6.5　支路电流法的计算步骤 …… 63
3.6.6　节点电压法 …… 64
3.6.7　叠加定理及其证明 …… 66
3.6.8　戴维南定理 …… 68
3.6.9　诺顿定理 …… 70
小结 …… 72

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

习题 …… 73
第 4 章　正弦交流电路 …… 76
4.1　正弦量的基本概念 …… 76
4.1.1　正弦量的三要素 …… 76
4.1.2　相位差 …… 78
4.1.3　正弦量的有效值 …… 79
4.2　正弦量的相量表示法 …… 80
4.2.1　正弦量的表示方法 …… 80
4.2.2　用旋转有向线段表示正弦量 …… 80
4.2.3　正弦量的相量表示 …… 81
4.2.4　两个同频率正弦量之和 …… 82
4.3　电容元件和电感元件 …… 83
4.3.1　电容元件 …… 83
4.3.2　电感元件 …… 86
4.4　三种元件伏安特性的相量形式 …… 88
4.4.1　电阻元件伏安特性的相量形式 …… 88
4.4.2　电感元件伏安特性的相量形式 …… 90
4.4.3　电容元件伏安特性的相量形式 …… 92
4.5　*RLC* 串联电路 …… 94
4.5.1　电压与电流的关系 …… 94
4.5.2　电路的三种性质 …… 95
4.6　正弦交流电路的功率 …… 96
4.6.1　有功分量和无功分量 …… 96
4.6.2　有功功率、无功功率和视在功率 …… 97
4.6.3　功率因数的提高 …… 97
实训二　*R*、*L*、*C* 的串联电路 …… 98
小结 …… 103
习题 …… 104
第 5 章　三相交流电路 …… 105
5.1　三相正弦电压源 …… 105
5.1.1　对称三相正弦电压 …… 105
5.1.2　三相电源的连接 …… 106
5.2　三相负载 …… 107
5.2.1　负载的 Y 形连接 …… 107
5.2.2　三相负载的△形连接 …… 108
5.3　三相电路的功率 …… 111
实训三　三相负载的 Y、△形连接 …… 112
小结 …… 114
习题 …… 115
第 6 章　磁路和变压器 …… 116
6.1　磁场和磁路 …… 116
6.1.1　磁场和磁路的基本概念 …… 116
6.1.2　磁场的基本物理量 …… 118
6.2　磁路的基本定律 …… 119
6.2.1　磁路的欧姆定律和磁阻 …… 119
6.2.2　安培环路定律(全电流定律) …… 120
6.2.3　磁路基尔霍夫定律 …… 120
6.3　变压器的结构和工作原理 …… 121
6.3.1　变压器的作用 …… 121
6.3.2　变压器的基本结构 …… 121
6.3.3　变压器的工作原理 …… 123
6.4　变压器的特性 …… 127
6.4.1　外特性 …… 127
6.4.2　损耗与效率 …… 127
6.4.3　额定值 …… 128
6.5　特殊变压器 …… 128
6.5.1　自耦变压器 …… 128
6.5.2　仪用互感器 …… 128
小结 …… 131
习题 …… 132
第 7 章　电动机 …… 133
7.1　电动机的种类和主要用途 …… 133
7.2　三相异步电动机的结构和工作原理 …… 133
7.2.1　三相异步电动机的结构 …… 133
7.2.2　三相异步电动机的工作原理 …… 135
7.3　三相异步电动机的特性 …… 139
7.3.1　转子电路各物理量的分析 …… 139
7.3.2　三相异步电动机的电磁转矩 …… 140
7.3.3　三相异步电动机的机械特性 …… 141
7.4　三相异步电动机的选择与使用 …… 144
7.4.1　三相异步电动机的选择 …… 144
7.4.2　三相异步电动机的使用 …… 146
小结 …… 154
习题 …… 155
第 8 章　继电—接触器控制 …… 157
8.1　几种常用的低压电器 …… 157
8.1.1　刀开关 …… 157
8.1.2　熔断器(保险丝) …… 159
8.1.3　按钮 …… 160
8.1.4　交流接触器 …… 161
8.1.5　继电器 …… 161
8.1.6　行程开关 …… 164
8.1.7　低压断路器 …… 165

8.2 电气原理图的绘制规则 …… 166
8.2.1 控制线路的结构图和原理图 …… 166
8.2.2 电气原理图绘制的基本规则 …… 167
8.3 三相异步电动机的基本控制 …… 167
8.3.1 点动控制 …… 168
8.3.2 启停控制 …… 168
8.3.3 正反转控制 …… 169
8.3.4 行程控制 …… 172
8.3.5 顺序控制 …… 173
8.3.6 时间控制 …… 173
8.4 应用举例 …… 174
8.4.1 C620－1 型机床电气控制 …… 174
8.4.2 加热炉自动上料控制线路 …… 175
实训四 三相电机控制 …… 177
小结 …… 179
习题 …… 180
第 9 章 常用半导体器件 …… 182
9.1 半导体 …… 182
9.1.1 本征半导体与掺杂半导体 …… 182
9.1.2 PN 结 …… 183
9.2 晶体二极管 …… 184
9.2.1 晶体二极管的结构 …… 184
9.2.2 晶体二极管的伏安特性 …… 185
9.2.3 晶体二极管的主要参数 …… 185
9.2.4 晶体二极管的简易测试 …… 185
9.2.5 特殊二极管 …… 186
9.3 晶体三极管 …… 186
9.3.1 晶体三极管的结构和分类 …… 187
9.3.2 晶体三极管的电流分配和放大作用 …… 187
9.3.3 晶体三极管的伏安特性和主要参数 …… 188
9.3.4 晶体管的简易测试 …… 190
小结 …… 190
习题 …… 191
第 10 章 放大电路 …… 194
10.1 基本放大电路 …… 194
10.1.1 基本放大电路的组成 …… 194
10.1.2 基本放大电路的工作原理 …… 195
10.2 放大电路中的负反馈 …… 200
10.2.1 直流负反馈 …… 200
10.2.2 交流负反馈 …… 201
10.3 多级放大电路 …… 201
10.4 集成运算放大电路 …… 203
10.4.1 理想集成运放的特点 …… 203
10.4.2 基本运算电路 …… 204
实训五 晶体管共射单管放大电路 …… 206
小结 …… 212
习题 …… 212
第 11 章 电源电路 …… 216
11.1 整流电路 …… 216
11.1.1 单相半波整流电路 …… 216
11.1.2 单相桥式整流电路 …… 217
11.1.3 单向桥式整流电路中二极管的选择 …… 220
11.2 滤波电路 …… 220
11.2.1 电容滤波电路 …… 220
11.2.2 *RC* π 型滤波电路 …… 222
11.3 稳压电路 …… 223
11.3.1 简单并联型稳压电路 …… 223
11.3.2 串联型稳压电路 …… 225
小结 …… 226
习题 …… 226
第 12 章 数字电路基础 …… 228
12.1 数字电路概述 …… 228
12.1.1 数字信号与模拟信号 …… 228
12.1.2 数字电路 …… 229
12.2 数制和编码 …… 229
12.2.1 数制 …… 229
12.2.2 数制转换 …… 230
12.2.3 编码 …… 231
12.3 逻辑代数基础 …… 232
12.3.1 逻辑变量与逻辑函数 …… 232
12.3.2 常用逻辑函数 …… 232
12.3.3 逻辑函数表示法及其相互转化 …… 235
12.4 逻辑函数的化简 …… 236
12.4.1 逻辑代数的基本定律与规则 …… 237
12.4.2 逻辑函数的公式化简法 …… 239
12.4.3 逻辑函数的卡诺图化简法 …… 240
12.4.4 包含无关项的逻辑函数的化简 …… 245
12.5 门电路基础 …… 246
12.5.1 最简单的门电路 …… 246
12.5.2 TTL 门电路 …… 248
12.5.3 TTL 门电路电气特性 …… 250

12.5.4 TTL 集成门的选用要点及注意事项 …… 251
12.5.5 其他功能的门电路 …… 252
12.5.6 CMOS 门电路 …… 253
实训六 集成门电路的功能测试 …… 254
小结 …… 257
习题 …… 258
第 13 章 组合逻辑电路 …… 260
13.1 概述 …… 260
13.2 组合逻辑电路的分析与设计 …… 261
13.2.1 组合逻辑电路的分析 …… 261
13.2.2 组合逻辑电路的设计 …… 263
13.3 常用组合逻辑电路及其应用 …… 266
13.3.1 编码器 …… 266
13.3.2 译码器 …… 269
13.3.3 数据选择器和数据分配器 …… 275
13.3.4 数值比较器 …… 278
13.4 组合逻辑电路中的竞争与冒险 …… 279
实训七 组合逻辑电路的设计与测试 …… 281
小结 …… 282
习题 …… 283
第 14 章 时序逻辑电路 …… 285
14.1 概述 …… 285
14.2 触发器 …… 286
14.2.1 基本 RS 触发器 …… 286
14.2.2 同步 RS 触发器 …… 288
*14.2.3 JS 触发器 …… 289
14.2.4 D 和 T 触发器 …… 289
14.2.5 触发器的功能转换 …… 291
14.3 时序逻辑电路的分析方法 …… 291
14.4 计数器与寄存器 …… 294
14.4.1 计数器 …… 294
14.4.2 寄存器 …… 300
14.5 时序逻辑电路的设计方法 …… 301
实训八 触发器与计数器的测试与应用 …… 303
小结 …… 305
习题 …… 306
第 15 章 数/模转换与模/数转换 …… 308
15.1 概述 …… 308
15.2 数/模转换器 …… 309
15.3 模/数转换器 …… 312
小结 …… 318
习题 …… 319
第 16 章 半导体存储器简介 …… 320
16.1 概述 …… 320
16.2 只读存储器(ROM) …… 322
16.3 随机存取存储器(RAM) …… 325
小结 …… 328
习题 …… 329

习题参考答案 …… 330
附录 A 常用电气图用图形符号及新旧符号对照 …… 336
附录 B 主要物理量的符号及单位 …… 342
附录 C 半导体元器件型号命名方法 … 343
附录 D 常用半导体器件的参数 …… 344
参考文献 …… 347

第 1 章　企业供电与安全用电

【技能目标】

(1) 熟悉电气线路的种类和特点，掌握导线型号的意义；

(2) 掌握导线的选择方法；

(3) 掌握安全用电和触电急救方法。

【知识目标】

(1) 了解发电、输电、配电、线路、导线的概念；

(2) 了解常用电线、电缆的用途和选择方法；

(3) 了解安全电压的规定和触电预防措施。

1.1　发电、输电和配电概述

1.1.1　电力的生产和输送

电力用户所需的电力是由发电厂生产的。发电厂又称发电站，是将自然界蕴藏的各种天然能源(一次能源)转换为电能(二次能源)的工厂。按照所利用的能源种类，发电厂可分为水力、火力、原子能、风力、太阳能发电厂等。现在世界各国建造最多的主要是水力发电厂和火力发电厂。近二十年来，核电站的发展也很快。

各种发电厂中的发电机几乎都是三相交流发电机。我国生产的交流发电机的电压等级有 400/230 V 和 3.15 kV、6.3 kV、10.5 kV、13.8 kV、15.75 kV、18 kV 等多种。

发电厂大多建在能源丰富的地区，距离用电地区往往很远。所以，发电厂生产的电能一般用升压变压器升高电压后输送到用电户附近，又经降压变压器降低电压再供给用电户，如图 1-1 所示。通常送电距离愈远，要求输电线的电压愈高。我国国家标准中规定输电线的额定电压为 35 kV、110 kV、220 kV、330 kV、500 kV 等。

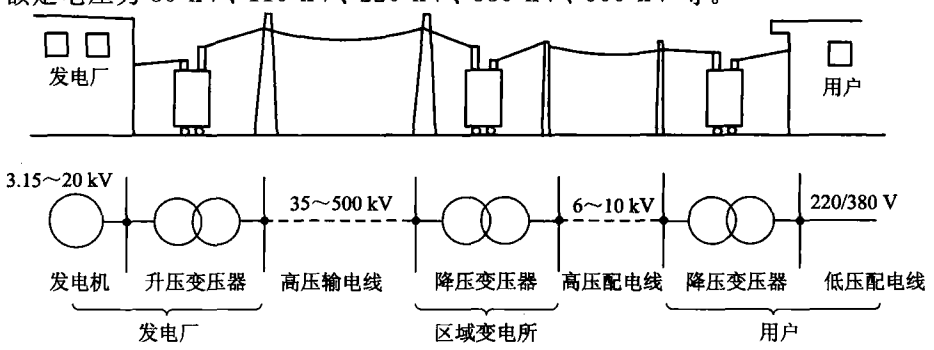


图 1-1　发电厂到用户的过程

1.1.2 电力系统、电力网及动力系统的概念

电力系统是指通过各级电压的电力线路，将发电厂、变配电所和电力用户连接起来的一个发电、输电、变电、配电和用电的整体。

电力网又叫电网，是指发电厂与电力用户之间的输电、变电和配电的整体。它包含所有变配电所和各级电压的线路。电网或系统又以电压等级来区分，例如人们所说的 15 kV 电网或 15 系统，实际上就是指 15 kV 电压等级的整个电力线路。

动力系统是指电力系统加上发电厂的动力部分以及热能系统和热能用户。

由此可见，发电厂与电力用户是通过电网联系起来的，发电厂生产的电力先要送入电网，然后由电网送给各个用电户。因此，电网的经营机构(即供电企业)才是电力用户的供电单位。

为了提高各发电厂的设备利用率，合理调配各发电厂的负载，以提高供电的可靠性和经济性，常常将同一地区的各种发电厂联合起来而组成一个强大的电力系统。图 1-2 是一个电力系统简图。

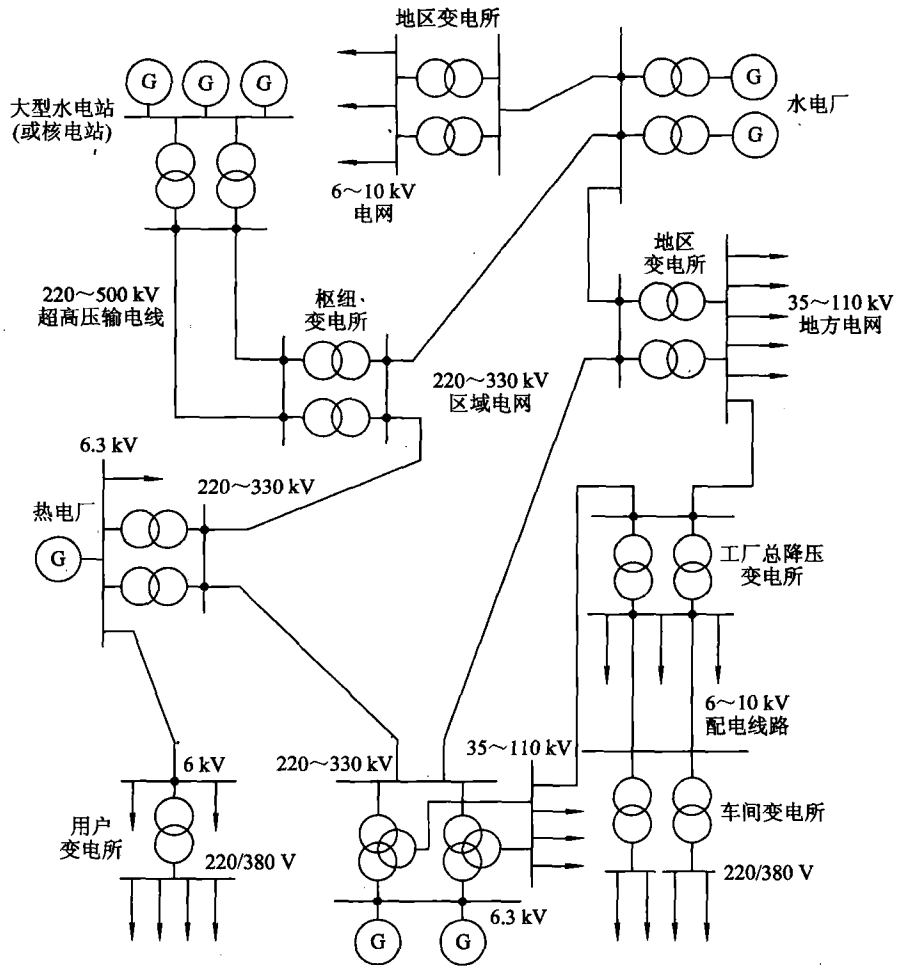


图 1-2 电力系统简图

1.1.3　电力分配

电力分配是指从电能输送线末端的变电所将电能分配给各工业企业和城市。工业企业设有中央变电所和车间变电所(小规模的企业往往只有一个变电所)。中央变电所接受送来的电力，然后分配到各车间，再由车间变电房或配电箱(配电板)将电力分配给各用电设备。

高压配电线的额定电压有 3 kV、6 kV 和 10 kV 三种；低压配电线的额定电压是 380/220 V。用电设备的额定电压一般是 220 V 和 380 V，大功率电动机的电压是 3000 V 和 6000 V，机床的局部照明电压是 36 V。

从车间变电所或配电箱(配电板)到用电设备的线路属于低压配电线路。低压配电线路的连接方式主要是放射式、环形和树干式三种。

放射式配电线路如图 1－3 所示。其特点是当某配电线路发生故障时，不影响其他配电线路的运行，因此供电可靠性较高。但该线路消耗的有色金属较多，采用的开关电器较多。放射式配电线路一般适用于设备容量大或供电可靠性要求高的场合。

图 1－4 所示为环形配电线路。例如，在企业内的一些车间变电所低压侧，通过低压联络线相互连接为环形接线。该接线可靠性较高，任一段线路发生故障或进行检修时，都不会造成供电中断，或只短暂停电，一旦切换电源的操作完成，即可恢复供电；同时，电能损耗和电压损耗较低。但是，其保护装置及整定配合比较复杂，如果配合不当，容易发生误动作，反而会扩大停电范围。

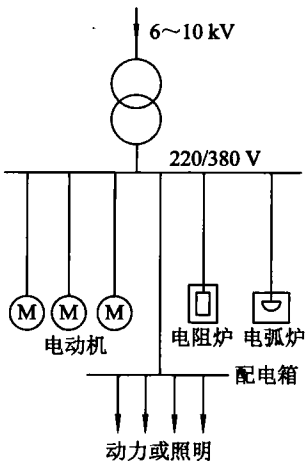


图 1－3　放射式配电线路

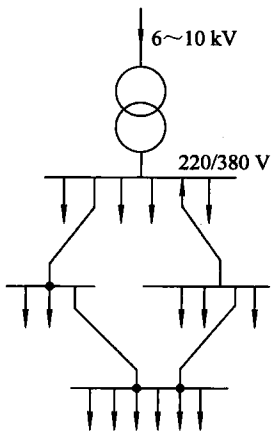
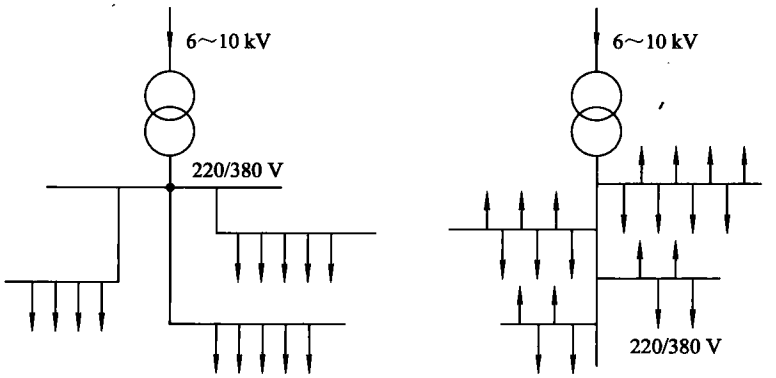


图 1－4　环形配电线路

图 1－5 所示为树干式配电线路。与放射式配电线路相比，树干式配电线路采用的开关电器较少，消耗的有色金属也较少，一旦干线损坏或需要修理时，就会影响连在同一干线上的负载，故其供电可靠性较低。其在机械加工车间、工具车间和机修车间中应用较普遍，且多采用封闭式母线，灵活性大，也较安全，适用于容量小而分布较均匀的用电设备配电。

实际的低压配电系统往往是几种接线方式的综合应用。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com



(a) 母线放射配电的树干式配电线路　　(b) 变压器干线组的树干式配电线路

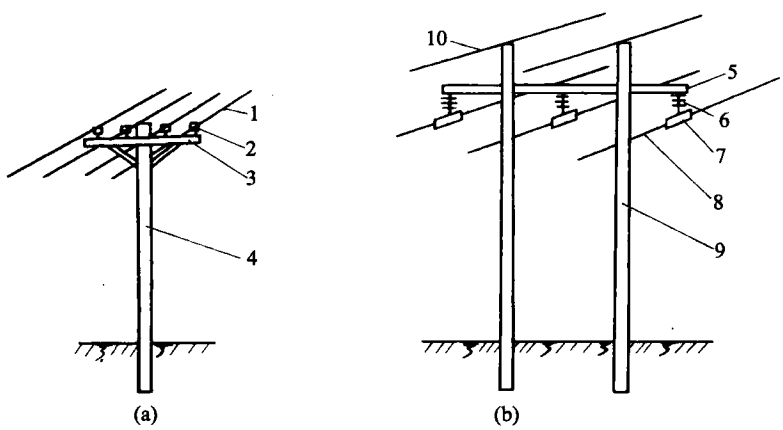
图 1－5　树干式配电线路

1.2　电力线路

电力线路是电力系统的重要组成部分，担负着电能的输送和分配任务。按敷设结构形式分，电力线路有架空线路、电缆线路和车间线路等类型。

1.2.1　架空线路

架空线路是指挡距超过 25 米，利用电杆塔敷设的高、低压电力线路。架空线路由导线、电杆、绝缘子和线路金具等元件组成，为了防雷，有的架空线路上设有避雷针，如图 1－6 所示。



(a)　(b)

1—低压导线；2—针式绝缘子；3、5—横担；4—低压电杆；6—高压悬式绝缘子串；
7—线夹；8—高压导线；9—高压电杆；10—避雷针

图 1－6　部分架空线路的结构

导线是线路的主体，担负着输送电能的功能。它架设在电杆的上边，要承受自身的重量和各种外力的作用，并且要抵御大气中各种有害物质的侵蚀。所以，导线除应具有良好的导电性外，还要有一定的机械强度、耐腐蚀性，而且要质轻价廉。导线的材质有铜、铝和

钢。铜的导电性最好，机械强度也高，但铜是昂贵金属，应尽量节约。铝的机械强度较差，但导电性较好，故根据我国资源的实际情况，应尽可能以铝代铜。而钢线虽机械强度高，但导电性较差，容易锈蚀，故钢线在企业的架空线路上应用较少。架空线路通常采用裸导线来敷设，且一般采用多股绞线。

绞线按材质分有铝绞线、铜绞线和钢芯铝绞线。

铜绞线(代号 TJ)一般由 7、12、19、37 股铜线绞制而成。其电阻率小、机械强度大，对风雨及空气中的各种化学腐蚀作用具有较强的抵抗力。

铝绞线(代号 LJ)一般由 7 股和 19 股铝线绞制而成。其电阻率较铜稍高，重量轻，对风雨有较强的抵抗力，但抗化学腐蚀作用较差，机械强度低。由于成本低，施工方便，铝绞线多用于 10 kV 及以下线路上，如工厂的 10 kV 进线和厂区的 220/380 V 架空线。

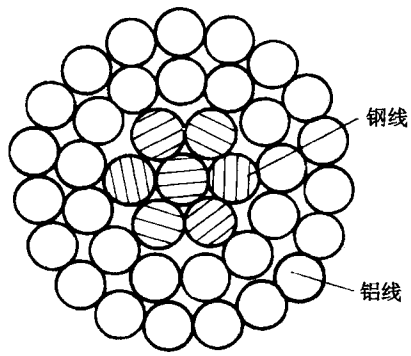
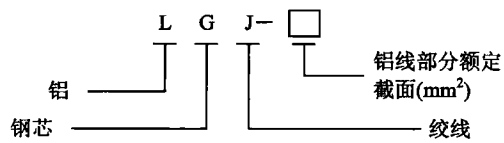


图 1-7　钢芯铝绞线截面

有时为了提高铝绞线的机械强度，常在绞线中心加入钢芯，构成钢芯铝绞线(代号 LGJ)，如图 1-7 所示。它广泛用于高压架空线路中，而扩径导线在高压线路上可减少电晕损失和无线电干扰。

钢绞线(代号 GJ)电阻率大、机械强度高，但易生锈，所以常用作 35 kV 及以上高压架空线路的避雷线。为防止生锈，目前采用镀锌钢绞线。

绞线代号中各字母说明如下：



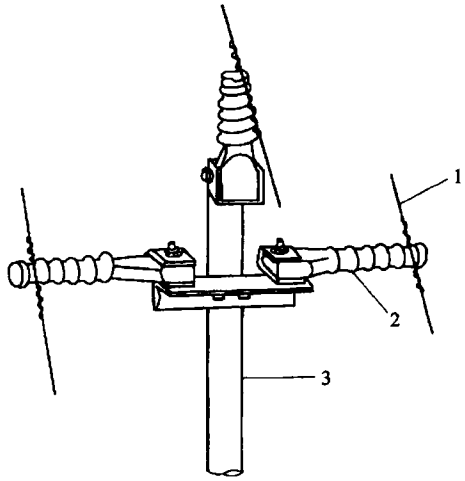
电杆、横担和拉线是支持导线的支柱。要求电杆应有足够的机械强度，且尽可能经久耐用、价格低廉，便于搬运和安装。电杆按其采用的材料分有木杆、水泥杆和铁塔三种。

横担安装在电杆的上部，用于安装绝缘子以架设导线。常用的横担有木、铁和瓷横担，现在普遍采用铁横担和瓷横担。瓷横担用于高压架空线路，兼有绝缘子和横担的双重功能，能节约大量木材和钢材，如图 1-8 所示。

拉线的作用是平衡电杆各方面的作用力，并抵抗风压以防止电杆倾倒。拉线的结构如图 1-9 所示。

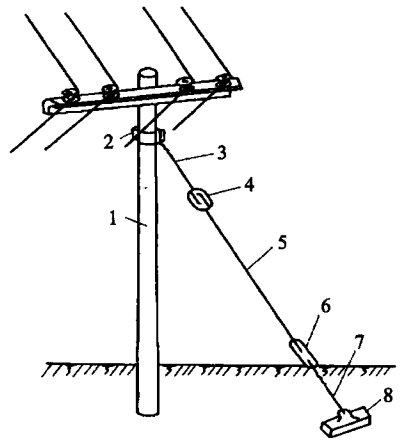
线路绝缘子和金具绝缘子用来将导线固定在电杆上，如图 1-10 所示，并使导线与电杆绝缘。绝缘子要有足够的机械强度和电气绝缘强度。其按电压高低分为高压和低压绝缘子。

架空线路容易受大气中各种有害因素的影响，同时又妨碍交通和地面建设，有碍观瞻，容易与邻近的高大设施、设备或树木接触，造成触电、短路等事故。但与电缆线路相比，架空线路有成本低，投资小，安装方便，维护和检修容易等优点，便于发现和排除故障，因此在工厂中应用广泛，但在设计和安装时都必须遵循有关技术规程中的规定。



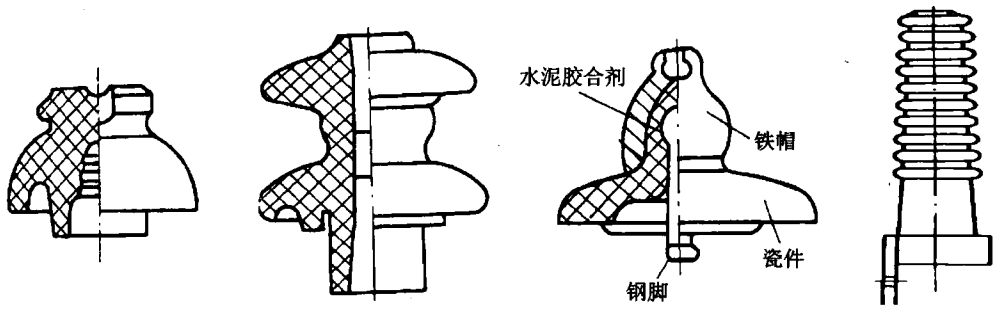
1—高压导线；2—瓷横担；3—电杆

图 1－8　高压电杆上安装的瓷横担



1—电杆；2—拉线的抱箍；3—上把；4—接线绝缘子；5—腰把；6—花篮螺钉；7—底把；8—盘底

图 1－9　拉线的结构



(a) 针式　(b) 蝴蝶式　(c) 悬式　(d) 瓷横担

图 1－10　高压线路绝缘子

1.2.2　车间线路

车间线路包括室内和室外配电线路。室内配电线路大多采用绝缘导线；室外配电线路指的是沿车间外墙或屋檐敷设的低压配电线路，都采用绝缘电线。

绝缘电线按其芯线材质分，有铜芯或铝芯两种。按其绝缘材料分，有橡皮绝缘的和塑料绝缘的。塑料绝缘导线的绝缘性能好，耐油和抗酸碱腐蚀，价格较低，且可节约大量橡胶和棉纱，因此在室内明敷和穿管暗敷中应优先采用塑料绝缘导线。但塑料绝缘导线在高温时绝缘易软化老化，低温时绝缘又易变硬发脆，因此在高温场所及室外不宜选用，而应选用橡皮绝缘导线。

常用绝缘电线型号如下：

BLX(BX)：铝芯(铜芯，其代号常省略，下同)橡皮绝缘线。

BLV(BV)：铝芯(铜芯)聚氯乙烯绝缘线，固定敷设，可明敷和暗敷。

BLVV(BVV)：铝芯(铜芯)聚氯乙烯绝缘氯乙烯护套圆形电线，可明敷、暗敷或直埋。

BVR：铜芯聚氯乙烯绝缘软线，用于室内需移动或柔性连接的场合。

在工厂供电系统中，室外动力或照明线路常用 BX 或 BV；室内常用 BV、BVV；对于经常移动的设备可用 BVR；对于电动机运行时与设备一起运动的电路(如筛理机械)，既可用 BVR，也可选用软电缆线。

绝缘导线的敷设方式有明敷和暗敷两种。明敷时，导线应横平竖直，排列整齐，而且应尽可能沿建筑物平顶、横梁、墙角等隐蔽处敷设。暗敷时，应尽量沿最短的路径敷设，但要避开可能挖掘的地方。两种敷设各有优点，从安全和美观的角度来说，暗敷优于明敷；但从便于检修和经济的角度来说，明敷较好。

1.2.3　电缆线路

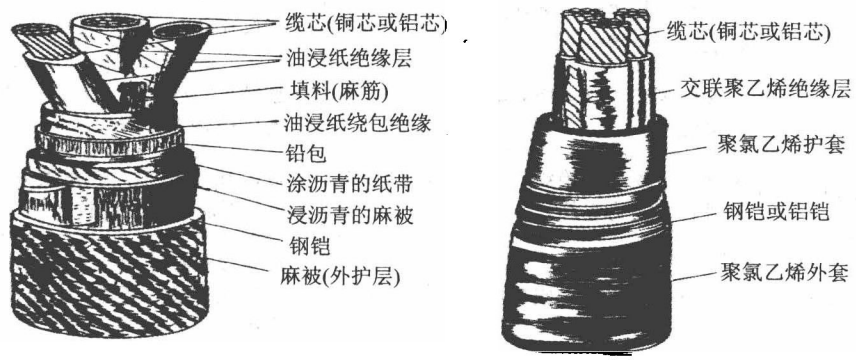
电缆线路是指由电力电缆敷设的线路。电缆线路的主要元件是电力电缆和电线头。

1. 电力电缆的结构

电缆是一种特殊的导线。它是将一根或数根绝缘导线组合成线芯，裹以相应的绝缘层(橡皮、纸或塑料)，外面包上密闭护套(常为铝、铅或塑料等)。

电线电缆的基本特性是它对使用环境的适应性。不同的使用环境对电线电缆的耐高温、耐低温、耐电晕、耐振动、耐溶剂、耐磨、抗弯、抗扭转、抗拉、抗压阻燃、防火、防雷、防生物侵袭等性能均有相应的要求。

电缆通常分为电力电缆和电器装备用电缆(如软电缆和控制电缆)。在电力系统中，最常用的电缆有电力电缆和控制电缆两种。输配电能的电缆称为电力电缆。控制电缆用来在保护、操作网路中传导电流。图 1－11 分别是油浸纸绝缘电力电缆和交联聚乙烯绝缘电力电缆的结构图。



(a) 油浸纸绝缘电力电缆　　(b) 交联聚乙烯绝缘电力电缆

图 1－11　电力电缆的结构

(1) 导电线芯。导电线芯用来输送电流。其必须具有高的导电性、一定的抗拉强度和伸长率、耐腐蚀性好以及便于加工制造等。电缆的导电线芯通常由软铜或铝的多股绞线做成，这样做成的电缆比较柔软、易弯曲。我国制造的电缆线芯的标称截面有以下几种：1 mm^2、1.5 mm^2、2.5 mm^2、4 mm^2、6 mm^2 等。

(2) 绝缘层。绝缘层的作用是将导电线芯与相邻导体以及保护层隔离，以抵抗电力电流、电压、电场对外界的作用，保证电流沿线芯方向传输。绝缘的好坏直接影响电缆运行的质量。

电缆的绝缘层材料分为均匀质和纤维质两类。均匀质有橡胶、沥青、聚乙烯、聚氯乙烯、交联聚乙烯和聚丁烯等；纤维质有棉、麻、丝、绸和纸等。

(3) 保护层。保护层简称护层，它是为使电缆适应各种使用环境的要求而在绝缘层外面所施加的保护覆盖层。其主要作用是保护电缆在敷设和运行过程中免遭机械损伤和各种环境因素(如水、日光、生物、火灾等)的破坏，以保持长时间稳定的电气性能。所以，电缆的保护层直接关系到电线电缆的寿命。保护层分为内保护层和外保护层。

① 内保护层。内保护层直接包在绝缘层上，保护绝缘材料不与空气、水分或其他物质接触，因此要包得紧密无缝，并具有一定的机械强度，使其能承受在运输和敷设时的机械力。内保护层有铅包、橡套和聚氯乙烯等。

② 外保护层。外保护层是用来保护内保护层的，用来防止铅包、铝包等不受外界的机械损伤和腐蚀。它是在电缆的内保护层外面包上浸过沥青混合物的黄麻、钢带或钢丝。至于没有外保护层的电缆，如裸铅包电缆等，则用于无机械损伤的场合。

电力电缆一般用于工厂供电系统的引入线、输电主干线等要求较高的场所。电力电缆具有优良的电气绝缘性能，优良的热性能，较好的机械强度和防腐性能，与其他导线相比，其经久耐用，安全可靠，敷设方便，维护量小。但其结构较为复杂，成本较高。常用电缆品种及主要用途见表 1-1。

表 1-1　常用电缆品种及主要用途

型　号	名　称	主要用途
VLV(VV)	聚氯乙烯绝缘，聚氯乙烯护套电力电缆	敷设在室内、沟、管内，不能承受机械外力作用
VLV_{29}(VV_{29})	聚氯乙烯绝缘，聚氯乙烯护套内钢带铠装电力电缆	敷设在地下，能承受机械外力作用
YJLV(YJV)	交联聚氯乙烯绝缘，聚氯乙烯护套电力电缆	敷设在室内、隧道内及管道中，不能承受机械外力作用
$YJLV_{29}$(YJV_{29})	交联聚氯乙烯绝缘，聚氯乙烯护套内钢带铠装电力电缆	敷设在土壤中，能承受机械外力作用，但不能承受大的拉力
ZLL(ZL)	铝(铜)芯纸绝缘铝包电力电缆	架空敷设在干燥的户内沟管中，用于对铝层无腐蚀的场所，不能承受机械外力作用
ZLL_{21}(ZL_{21}) ZLL_{11}(ZL_{11})	铝(铜)芯纸绝缘铝包一级防腐电力电缆	敷设在对铝套有腐蚀的室内、沟管中，不能承受机械外力作用
YZ(W)	中型(户外型)通用橡套软电缆	用于连接交流电压 500 V 及以下的各种移动设备，能适应气候变化且具有一定的耐油性
KLVV(KVV)	聚氯乙烯绝缘和护套控制电缆	敷设在室内交流 500 V 以下、直流 1000 V 以下的电缆沟中、管道内及地下
KVXV(KXV)	橡皮绝缘聚氯乙烯护套铝(铜)芯控制电缆	

在此举例说明电缆型号的含义。

ZLQ20：铝芯导体油浸纸铠装层类型为双钢带，外被层类型为无电力电缆。

ZTQ22：表示铜芯导体油浸纸绝缘，铠装层类型为双钢带，外被层类型为聚氯乙烯护套电力电缆。

2. 电缆头的结构

电缆头包括电缆中间接头和电缆终端头。电缆头按使用的绝缘材料或填充材料分有环氧树脂浇注的、缠包式的和热缩材料的电缆头等。由于热缩材料的电缆头具有施工简便、价格低廉和性能良好等优点，因而近年来在电缆工程中得到广泛应用，如图 1－12 所示。

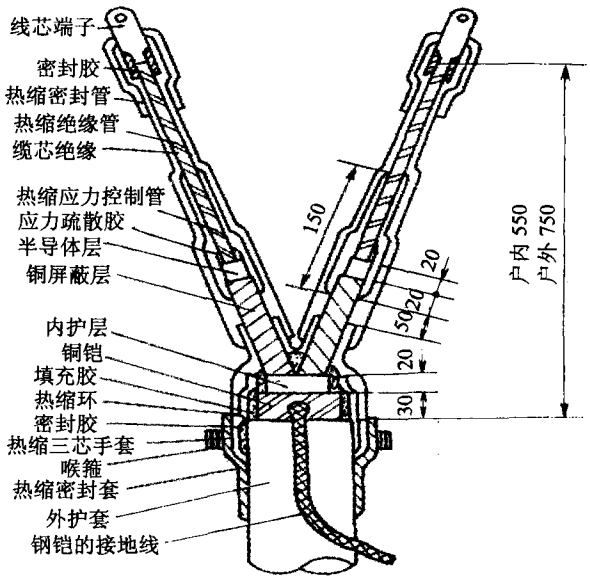


图 1－12　交联电缆热缩终端头

在实际应用中，电缆头是电缆线路中的薄弱环节，多数故障都发生在电缆接头处。因此，电缆头的安装质量十分重要，密封要好，耐压强度要高，应具有足够的机械强度，且体积应尽可能小，结构简单，安装方便。

1.3　导线的安全条件与选择

为了保证供电系统安全、可靠、优质、经济地运行，其导线的截面必须符合一定的安全条件。

1.3.1　导线截面的选择

导线截面必须满足的条件涉及发热、电压损耗、机械强度和经济电流密度等方面。

1. 满足发热条件的要求

导线在通过正常最大负荷电流(如计算电流)时，发热不应超过线芯所允许的温度，否则将会因过热引起导线绝缘层损坏或加速老化。导体在正常和短路时的最高允许温度及热稳定系数如表 1－2 所示。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com