

## 第8章 建筑供配电系统

### 学习目标：

通过本章的学习，了解电力系统的基本概念及其特点；掌握电力负荷分级及其供电电源的要求，熟悉变配电室（所）的选择原则及其主要形式；掌握用电负荷的计算方法；熟悉低压配电系统的接线方式与配电设备；熟悉高层建筑供配电系统的负荷分级、供电要求及其常用的供电方案。

### 电力系统

电源

供电方案

负荷分级

配电

接线？

电力负荷 = 用电负荷？

## 8.1 电力系统的组成与特点

### 8.1.1 电力系统的组成

#### 电力系统的组成：

电力系统是由发电厂、电力网和用电设备组成的统一整体。电力网是电力系统的一部分，它包括变电所、配电所及各种电压等级的电力线路。

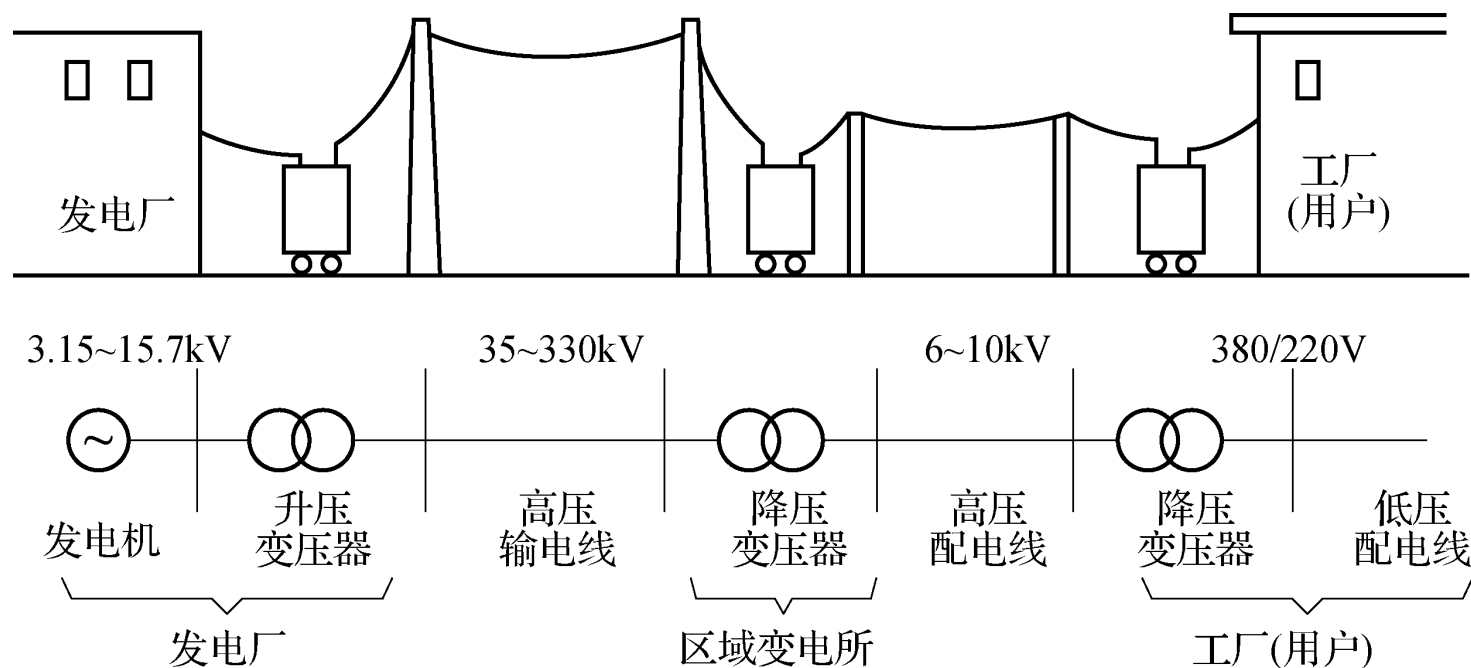


图 8-1 电力系统示意图

**发电厂：**

**发电厂**，是将自然界蕴藏的各种一次能源转换成电能（二次能源）的工厂，它的产品就是电能。

**火力发电厂**是利用燃料（煤、石油、天然气）的化学能转换为电能的。其主要设备有锅炉、汽轮机、发电机等。

**水力发电厂**是利用水的位能转换为电能的。水力发电厂主要由水坝、水库、水轮机和发电机等组成。

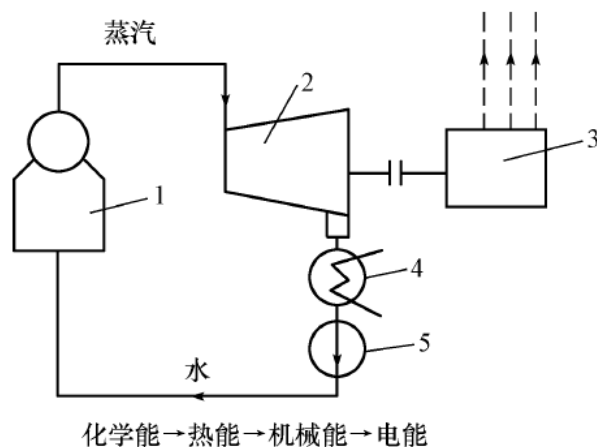


图 8-2 火力发电厂的生产过程

1—锅炉；2—汽轮机；

3—发电机；4—凝汽器；5—水泵

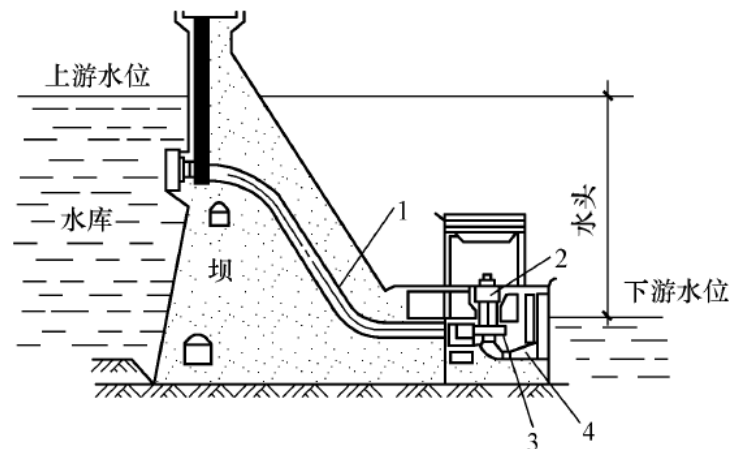
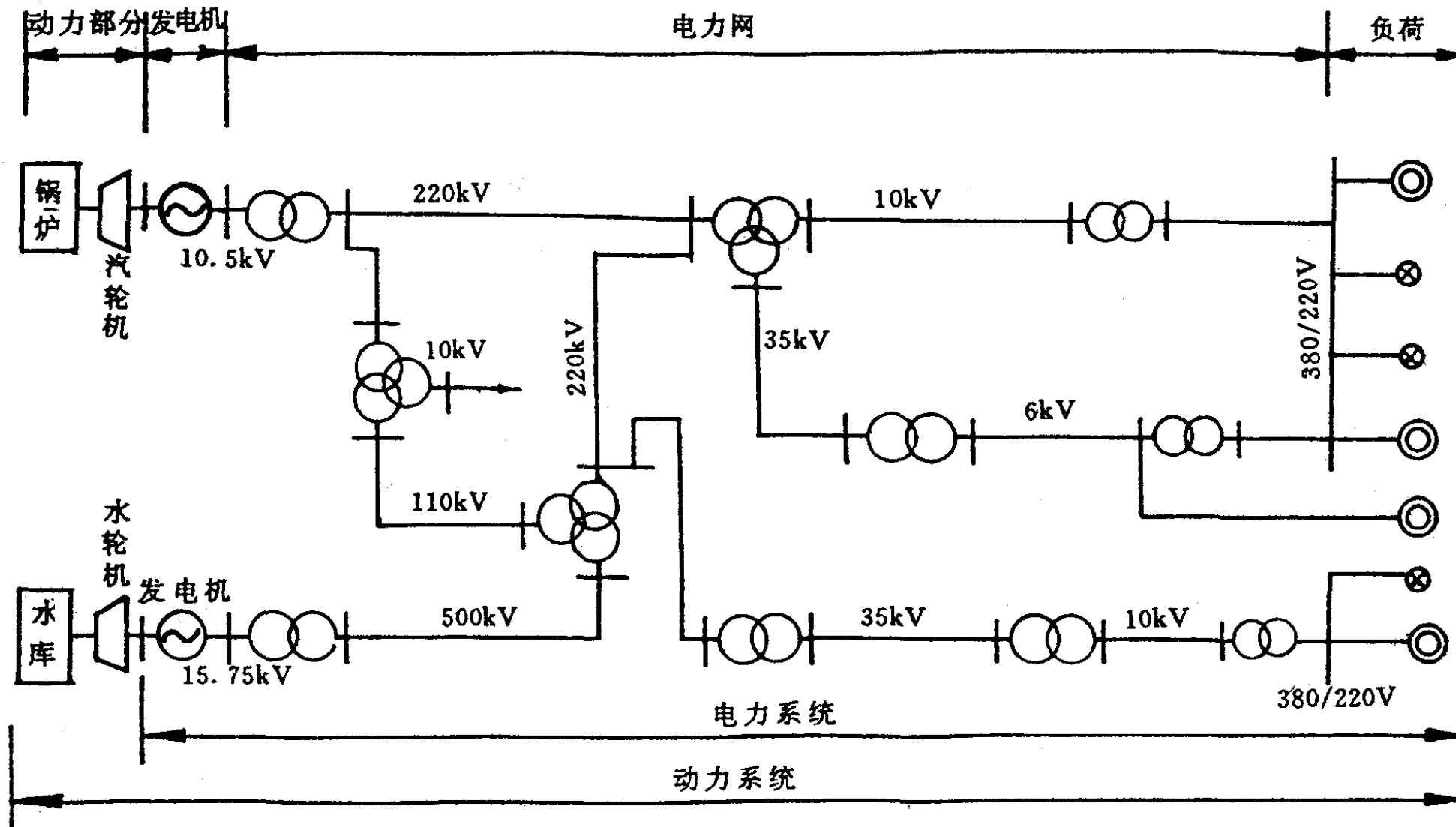


图 8-3 水力发电厂的组成和生产过程

1—引水管；2—发电机；3—水轮机；4—尾水管



## 8.1 电力系统的组成与特点

### 8.1.1 电力系统的组成

#### 变电所和配电所：

变电所是接收电能、变换电压和分配电能的场所。根据任务的不同，变电所分为升压变电所和降压变电所两大类。

配电所是专门用来接收和分配电能，而不改变电压高低的场所。

#### 电力线路：

电力线路是输送电能的通道。

#### 电能用户

一切消耗电能的用电设备均称为电能用户。按其用途可分为动力用电设备、工艺用电设备、电热用电设备、照明用电设备和试验用电设备等。

## 8.1 电力系统的组成与特点

### 8.1.2 电力系统的特点

#### 电力系统：

各种类型的发电厂的发电机、变电所的变压器、输电线路、配电设备以及电能用户等联系起来，组成一个整体，称为**电力系统**。

#### 电力系统的优越性：

提高供电可靠性，确保设备经常安全运行。

实现经济运行，有利于提高发电设备的效率和确保供电质量。

提高设备利用率，可以节省大量的设备投资。

## 8.2 建筑供配电系统简介

### 8.2.1 电力负荷分级及其供电电源的要求

#### 电力负荷：

电力负荷是指用电设备所消耗的功率或线路中通过的电流。按用电设备的重要性和中断供电在社会和经济上所造成的损失与影响程度分为三级：

**一级负荷**，是指中断供电将引起人身伤亡或重大设备损坏，给国民经济带来重大损失，或引起公共场所秩序严重混乱的电力负荷。一级负荷**要求设两个电源，并增设应急电源。**

**二级负荷**，是指中断供电时，将引起主要设备损坏、产品大量报废或大量减产的电力负荷。要求发生电力变压器故障或电力线路常见故障时不致中断供电，或中断后能迅速恢复供电。

**三级负荷**，为一般负荷，对供电电源无特殊要求。

## 8.2 建筑供配电系统简介

### 8.2.2 电压等级与电压的选择

#### 电压等级：

电气设备都是在额定电压下工作的。电气设备的额定电压就是保证设备正常运行且能获得最佳经济效果的电压。我国标准规定的电网和用电设备额定电压等级为：低压配电电压应采用 220 / 380 V，高压供电电压为 6 kV、10 kV、35 kV、110 kV 等。

#### 电压的选择：

供电电压应从用电容量、设备特性、供电距离、供电线路的回路数、用电单位的远景规划、当地公共电网现状以及经济合理等因素综合考虑决定。规范规定：用电设备容量在 250 kW 以上时应以高压 10 kV 供电，用电设备容量在 250 kW 以下时，一般应以低压方式供电，低压配电电压应采用 220 / 380 V。

## 8.2 建筑供配电系统简介

### 8.2.3 电能质量

#### 电压质量：

电压和频率是衡量电能质量的两个基本参数。

对于民用供电系统来说，提高电能质量主要是提高电压质量。指标主要有以下几种：

**电压偏移**是指设备的端电压与其额定电压有偏差。常用设备电压偏移的范围为：一般电动机和一般工作场所照明为 $-5\% \sim +5\%$ ，视觉要求较高的室内场所为 $-2.5\% \sim +5\%$ 。

**电压波动**将对电路产生不良影响，一般控制在额定电压的 $\pm 5\%$ 以内。



## 8.2 建筑供配电系统简介

### 8.2.4 变配电设备

#### 变配电设备：

在一般建筑物中常用的变配电设备包括变压器、配电箱（盘）、高压开关柜、低压配电柜、直流操作及信号屏、静电电容器等。

## 8.2 建筑供配电系统简介

### 8.2.5 变配电室（所）

#### 变配电室（所）位置的选择：

变配电室（所）位置的确定应符合《民用建筑电气设计规范》（J G J 16—2008）的规定。其要求主要有：

- （1）接近负荷中心。
- （2）进出线方便。
- （3）接近电源侧。
- （4）设备吊装、运输方便。
- （5）防止潮湿环境对变配电设备的安全构成威胁。
- （6）不应设在爆炸危险场所内和有火灾危险场所的正上方或正下方。

## 8.2 建筑供配电系统简介

### 8.2.5 变配电室（所）

#### 变配电室（所）的形式：

变配电室（所）根据本身结构形式和相互位置的不同，可分为**建筑物内变电所、建筑物外附式变电所、独立式变电所及箱式变电所**四种形式：

**建筑物内变电所**位于建筑物内部，可深入负荷中心，减少配电导线、电缆，但防火要求高。

**建筑物外附式变电所**附设在建筑物外，不占用建筑物面积，但建筑处理较复杂。

**独立式变电所**独立于建筑物之外，一般向分散的建筑供电及用于有爆炸和火灾危险的场所。

**箱式变电所**又称组合式变电所，是由厂家将高压设备、变压器和低压设备按一定的接线方案成套制造，并整体设置在一起。



## 8.2 建筑供配电系统简介

### 8.2.5 变配电室（所）

变配电室（所）对其组成部分的要求：

高压开关室

变压器室

低压配电室

## 8.2 建筑供配电系统简介

### 8.2.6 自备应急电源

#### 柴油发电机组：

柴油发电机组是一种自备电源，主要有普通型、应急自启动型和全自动化型三种。柴油发电机组均由**柴油机、同步发电机、控制箱（房）和机组的附属设备**组成。

在符合下列情况之一时，应**设置柴油发电机组**：

- （1）为保证一级负荷中特别重要的负荷用电；
- （2）有一级负荷，但从市电取得第二电源有困难或不经济合理时；
- （3）大、中型商业性大厦，当市电中断将会造成经济效益有较大损失时。

**柴油发电机房一般应设置在建筑物的首层。**机房中发电机间应有两个出入口，门窗应能防火和隔声。

## 8.2 建筑供配电系统简介

### 8.2.6 自备应急电源

#### 蓄电池：

蓄电池是一种可逆电池，它可将化学能转换为电能。其容量应根据市电停电后由其维持的供电时间的长短要求选定。

蓄电池室要根据蓄电池类型采取相应的技术措施。

## 8.3 用电负荷计算

### 8.3.1 需要系数法

#### 用电负荷的计算方法种类：

影响用电负荷的因素有很多，实际负荷情况很复杂，而且不是固定不变的，因此必须选择正确的负荷计算方法，使计算结果尽量符合实际。目前较常用的负荷计算方法有**需要系数法**、**单位建筑面积安装功率法**、**二项式法**和**利用系数法**等。本教材列举前两种

## 8.3 用电负荷计算

### 8.3.1 需要系数法

#### 设备功率的确定：

进行负荷计算时，需将用电设备按其性质分为不同的用电设备组，然后确定设备功率。用电设备的额定功率  $P_e$  或额定容量  $S_e$  是指铭牌上的数据。对于不同负荷持续率下的额定功率或额定容量，应换算为统一负荷持续率下的有功功率，即设备功率  $P_s$ 。

连续工作制电动机的设备功率  $P_s$  等于其铭牌上的额定功率  $P_e$ 。其他的情况的换算方法见教材。

## 8.3 用电负荷计算

### 8.3.1 需要系数法

#### 照明负荷的计算：

照明线路的计算负荷，根据该线路连接的照明灯具安装容量（kW）计入需要系数而求得。

关于白炽灯、卤钨灯：

$$P_{js} = K_x P_d$$

对于有镇流器的电光源：

$$P_{js} = K_x P_d (1 + \alpha)$$

式中  $P_{js}$ ——照明计算负荷(kW)；

$P_d$ ——线路装灯容量(kW)；

$K_x$ ——需要系数，对于照明支线等于 1，对于供电干线取 0.9~0.95；

$\alpha$ ——镇流器功率损耗系数，

照明线路工作电流是影响导线温度的重要因素。其计算方法见教材。

## 8.3 用电负荷计算

### 8.3.1 需要系数法

#### 单相负荷的计算：

单相用电设备的接入应尽可能使三相电力变压器的三相负荷均衡。在单相负荷与三相负荷同时存在时，应将单相负荷换算为三相负荷，再与三相负荷相加。

单相负荷换算为等效三相负荷的算法，有一般方法和简化方法两种，其计算方法见教材。

最后用**需要系数法**确定计算负荷，分别计算用电设备组的计算负荷、配电干线或配电变电所的计算负荷。

## 8.3 用电负荷计算

### 8.3.2 单位建筑面积安装功率法

按单位建筑面积安装功率法计算负荷的基本式为：

$$P_{js} = \frac{K_s \cdot A}{1\,000}$$

式中  $P_{js}$ ——有功计算负荷(kW)；

$A$ ——建筑面积( $m^2$ )；

$K_s$ ——用电指标( $W/m^2$ )。

根据上述公式确定有功计算负荷后，再确定其他各项计算负荷。 注意  $K_s$  的确定要建立在科学调查的基础上。

## 8.4 建筑低压配电系统

### 8.4.1 低压配电系统的接线方式

#### 低压配电系统：

低压配电系统是指从终端降压变电所的低压侧（或市电的低压进线装置），到民用建筑内部低压设备的电力线路，电压一般为  $380 / 220 \text{ V}$ 。低压配电系统由配电装置（配电盘）及配电线路（干线及分支线）组成。

#### 低压配电线路的接线方式：

低压配电线路的接线方式（简称配电方式）主要有放射式、树干式、环形式三种。

## 8.4 建筑低压配电系统

### 8.4.1 低压配电系统的接线方式

低压配电线路的接线方式:

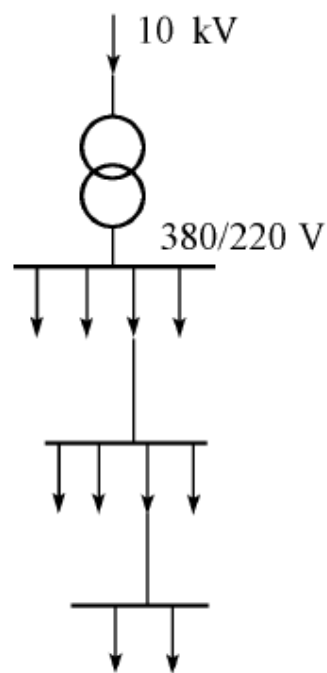


图 8-4 低压放射式线路

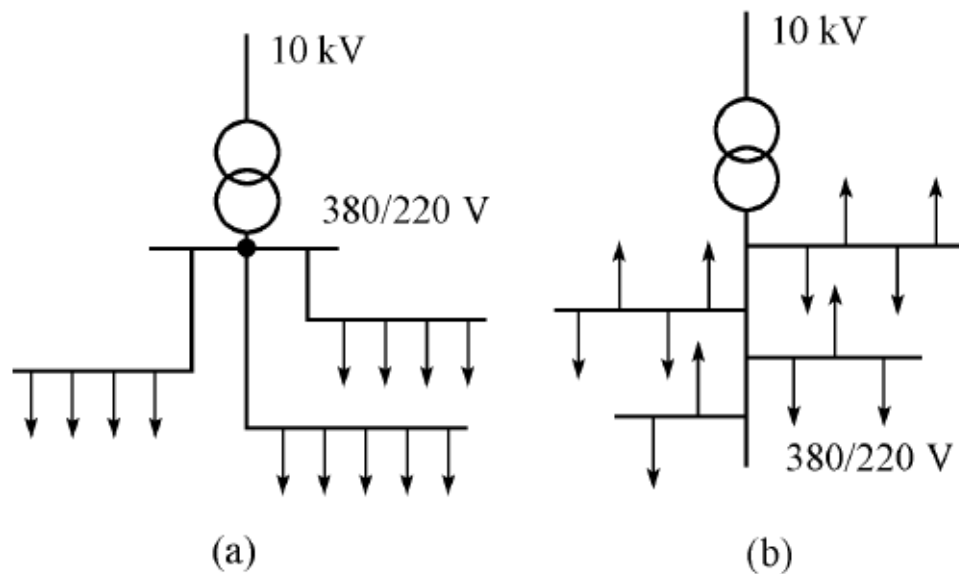


图 8-5 低压树干式线路

(a) 低压母线放射式接线; (b) “变压器—干线组”接线

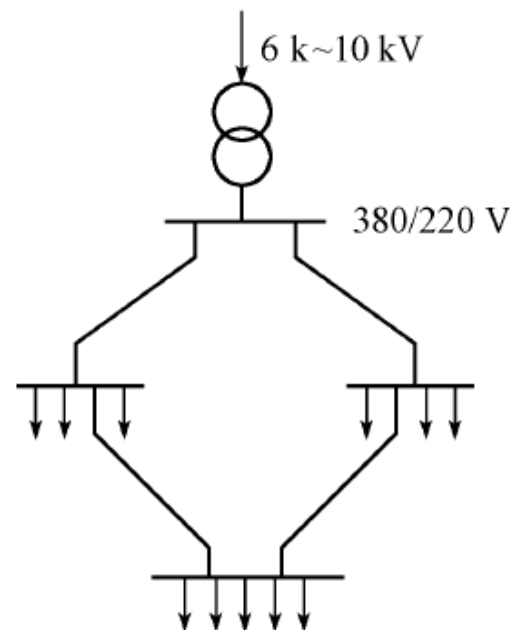


图 8-6 低压环形式线路

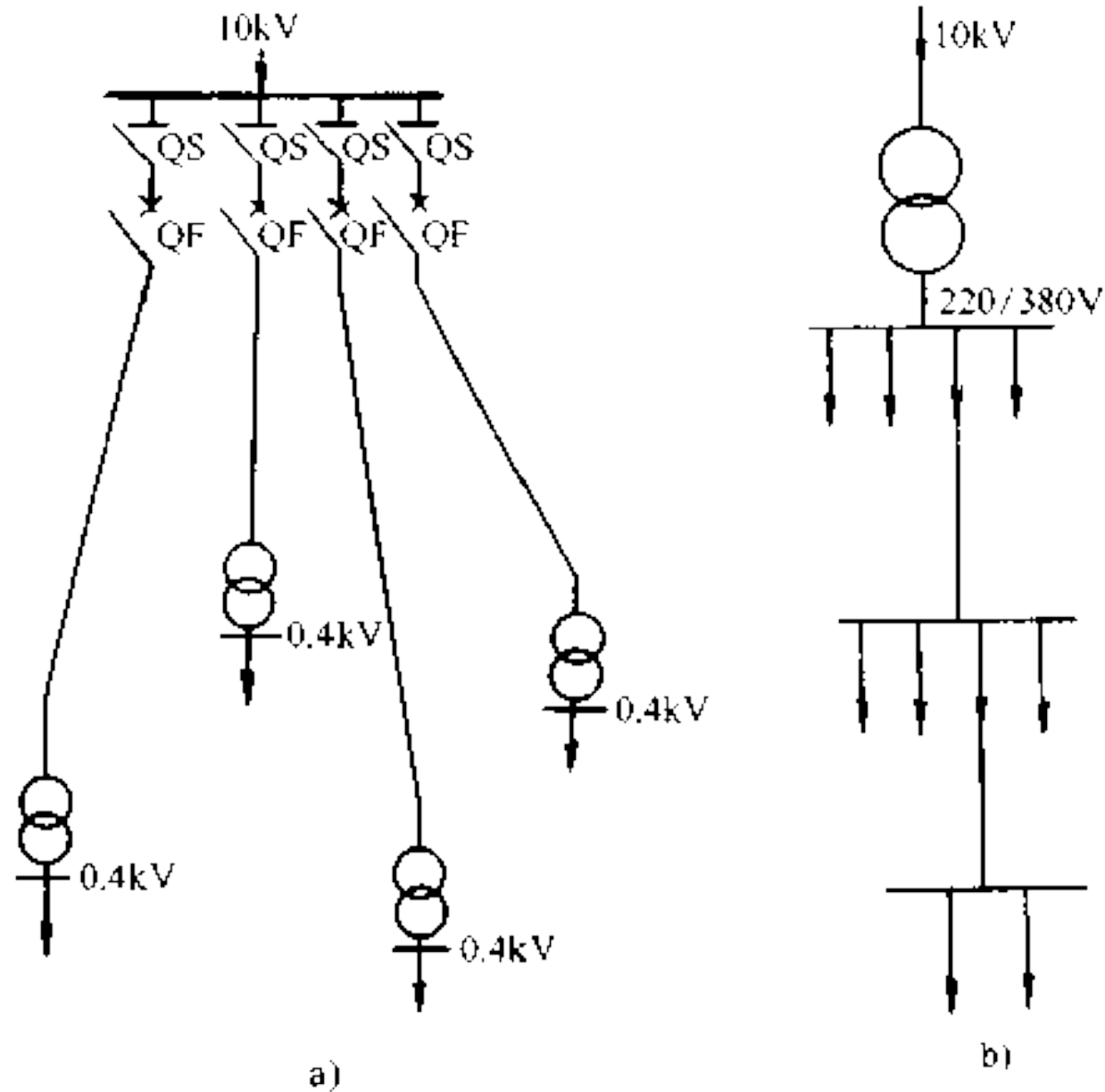


图 2-10 单电源单回路放射式

a) 高压 b) 低压

## 8.4 建筑低压配电系统

### 8.4.2 低压配电系统的配电线路

#### 低压配电线路：

低压供配电线路是指由市电电力网引至受电端的电源引入线。由于民用建筑中电力设备通常分为**动力**和**照明**两大类，所以民用建筑的供电线路也相应地分为**动力（负荷）线路**和**照明（负荷）线路**两类。

**动力用电设备**主要有电梯、自动扶梯、冷库、空调机房、风机、水泵，以及医用动力用电设备和厨房动力用电设备等。动力用电设备大部分属于三相负荷。

**照明用电设备**主要有供给工作照明、事故照明和生活照明的各种灯具还包括部分家用电器和日用电热电器。照明负荷一般都是单相负荷。

## 8.4 建筑低压配电系统

### 8.4.3 绝缘导线的选择和敷设

#### 绝缘导线的基本类型：

绝缘导线可以分为铜芯线和铝芯线。绝缘导线按照外部绝缘层，分为橡皮绝缘线和塑料绝缘线两大类。

#### 绝缘导线的型号和适用范围：

绝缘导线型号规格的表示形式为：型号—额定电压—芯数、规格。  
常用绝缘导线的主要类型型号和适用范围见教材。

## 8.4 建筑低压配电系统

### 8.4.3 绝缘导线的选择和敷设

#### 绝缘导线的选择：

导线的选择必须保证供电的**安全性、可靠性和经济性**。导线和电缆型号的选择要根据其**额定电压、使用环境和敷设方式**确定。

室内导线截面的选择要考虑三个方面：

**允许载流量**，即安全电流。

**机械强度**，与导线的最小截面面积直接相关。

**允许电压损失**，如果线路的电压损耗值超过了允许值，则应适当加大导线或电缆的截面，使之满足允许电压损耗值的要求。

## 8.4 建筑低压配电系统

### 8.4.3 绝缘导线的选择和敷设

#### 绝缘导线的敷设：

室内导线分**明配线**和**暗配线**两种。目前的电气工程中，应用最广泛的配线形式是钢管配线、塑料管配线、线槽配线。

导线敷设的质量要求主要有：

（1）电气线路经过建筑的伸缩缝或沉降缝时，应装设两端固定的补偿装置。

（2）暗配管宜沿最近的路线敷设，并应尽量减少弯曲。暗配管不宜穿越设备或建筑物、构筑物的基础。

（3）相线的颜色色标规定为L 1（U）相电线用黄色线，L 2（V）相电线用绿色线，L 3（W）相电线用红色线。零线（N）使用淡蓝色线，地线（P E）用黄绿色线。

以及其他的安装和尺寸要求。

## 8.4 建筑低压配电系统

### 8.4.4 低压电器

#### 低压电器的分类：

建筑供配电系统中的低压电器可分为**低压配电电器**和**低压控制电器**两大类。

**低压配电电器**包括开关、断路器、熔断器等，主要用于低压配电线路中，对电路和设备进行保护以及通断、转换电源或负载。

**低压控制电器**包括接触器、控制继电器、变阻器等，主要用于控制用电设备，使其达到预期要求的工作状态。

低压电器的额定电流应等于或大于所控制回路的预期工作电流。

## 8.4 建筑低压配电系统

### 8.4.4 低压电器

**开关：**

**低压刀开关**按其结构形式分为单投（H D）刀开关和双投（H S）刀开关。按其极数分为单极刀开关、双极刀开关和三极刀开关；按其操作机构分为中央手柄式刀开关、中央杠杆操作式刀开关；按其灭弧结构分为带灭弧罩的刀开关和不带灭弧罩的刀开关。

**低压刀开关**主要用于交流额定电压 3 8 0 V、直流额定电压 4 4 0 V、额定电流 1 5 0 0 A 及以下装置中。

**负荷开关**，分为开启式负荷开关和封闭式负荷开关。

## 8.4 建筑低压配电系统

### 8.4.4 低压电器

#### 低压断路器：

**低压断路器（自动空气开关）**是一种功能完善的低压控制开关。它能在正常工作时带负荷通断电路，又**能在电路发生短路、严重过负荷以及电源电压太低或失压时自动切断电源**，有效地保护串接其后的电气设备及线路。

低压断路器的选择包括**额定电压、壳架等级额定电流（指最大的脱扣器额定电流）**的选择，**脱扣器额定电流（指脱扣器允许长期通过的电流）**的选择以及**脱扣器整定电流（指脱扣器不动作时的最大电流）**的确定。

规范对断路器的安装有明确要求，详见教材。

## 8.4 建筑低压配电系统

### 8.4.4 低压电器

#### 低压熔断器：

熔断器是一种最简单而且有效的保护电器，主要由熔体和安装熔体的熔管（或熔座）两部分组成。

熔体额定电流的选择要根据不同情况而定。

熔断器的选择原则是：熔断器的额定电压必须大于或等于线路的工作电压；熔断器的额定电流必须大于或等于所装熔体的额定电流。

## 8.4 建筑低压配电系统

### 8.4.4 低压电器

#### **接触器：**

接触器主要控制对象为电动机。根据接触器主触头通过电流的种类，可分为交流接触器和直流接触器，其中使用较多的是交流接触器。

**交流接触器**主要由触头系统、电磁系统和灭弧装置等部分组成。

**交流接触器的选择要注意：**根据负载电流的性质来选择接触器的类型；触头的额定电压应大于或等于所控制电路的工作电压，主触头的额定电流应大于负载电流；并根据电磁线圈额定电压进行选择。

## 8.4 建筑低压配电系统

### 8.4.4 低压电器

#### 继电器：

继电器是一种传递信号的电器，用来接通和分断控制电路，**在电路中构成自动控制和保护系统**。继电器的动作迅速、反应灵敏，是自动控制用的基本元件之一。

继电器种类很多，有**时间继电器、速度继电器、电流继电器和中间继电器等**。

## 8.4 建筑低压配电系统

### 8.4.5 低压配电设备

#### 低压配电屏：

低压配电屏有**离墙式**、**靠墙式**及**抽屉式**三种类型。

**离墙式低压配电屏**可以双面进行维护，检修方便。不宜安装在有导电尘埃、腐蚀金属和破坏绝缘的气体场所，也不宜安装在有爆炸危险的场所。

**靠墙式低压配电屏**维修不方便，只适用于场地较小的地方。

**抽屉式低压配电屏**的主要设备均装在抽屉或手车上，可立即更换故障的回路单元，保证迅速供电。

## 8.4 建筑低压配电系统

### 8.4.5 低压配电设备

#### 低压配电箱：

配电箱是动力系统和照明系统的配电与供电中心，凡是建筑物内用电的地方，均需安装合适的配电箱。配电箱的安装主要有墙上安装、支架上安装、柱上安装、嵌墙式安装和落地式安装等方式。

**配电箱应安装在干燥、明亮、不易受震动、便于操作和维护的场所。**

规范对配电箱的安装有明确要求，详见教材。

## 8.4 建筑低压配电系统

### 8.4.5 低压配电设备

#### 低压配电柜：

低压配电柜型号的含义如图：

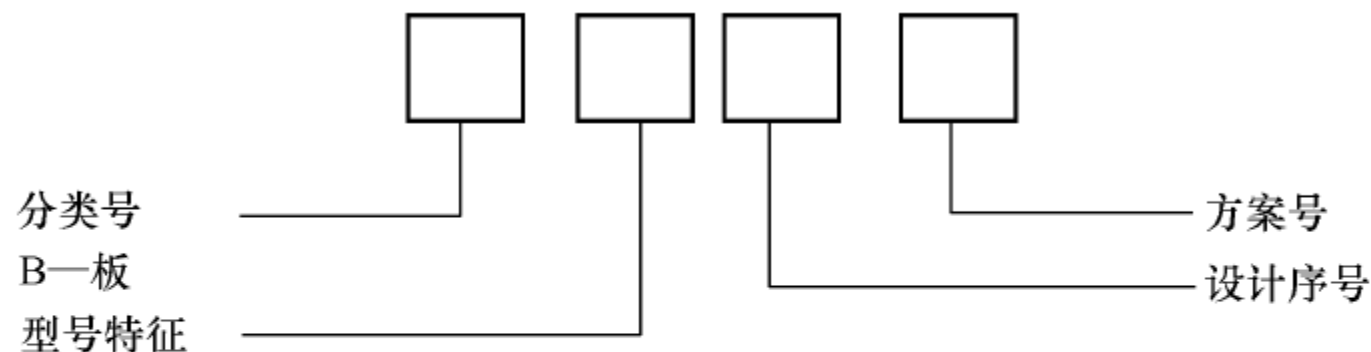


图 8-12 低压配电柜型号的含义

D—单面维护；S—双面维护；Z—直流；C—手车或抽屉式；F—防护式；L—动力

规范对配电柜的安装有明确要求，详见教材。

## 8.5 高层建筑供配电系统

### 8.5.1 高层建筑的负荷分级

#### 负荷分级：

高层建筑配电系统的特点是负荷容量大、线路较长，对电源的可靠程度要求较高，并需密切配合建筑物的消防进行设计。

**1 9 层及以上的消防用电设备为一级负荷， 1 8 层及以下的消防用电设备为二级负荷，非消防电梯为二级负荷，其余为三级负荷。**

消防用电设备包括：消防泵、排烟风机、消防电梯、事故照明及疏散标志灯等。

## 8.5 高层建筑供配电系统

### 8.5.2 高层建筑的供电要求

#### 供电要求：

高层建筑在电梯、事故照明以及消防用电方面的供电原则是一致的。同类高度的建筑，应具有相同的防火和安全措施、相同的供电及照明要求。

高层建筑的供电电源和配电分区、垂直干线的负荷层数及敷设、配电系统的控制和保护，除须满足建筑的功能要求和维护管理条件外，往往还取决于消防设备的设置、建筑的防火分区以及各项消防技术的要求。

一级负荷应采用两个独立电源供电，二级负荷应有两个电源供电。

## 8.5 高层建筑供配电系统

### 8.5.3 高层建筑常用的供电方案

#### 供电方案：

常用的配电方案有：单干线、双干线、公共备用干线、母干线、双母干线。

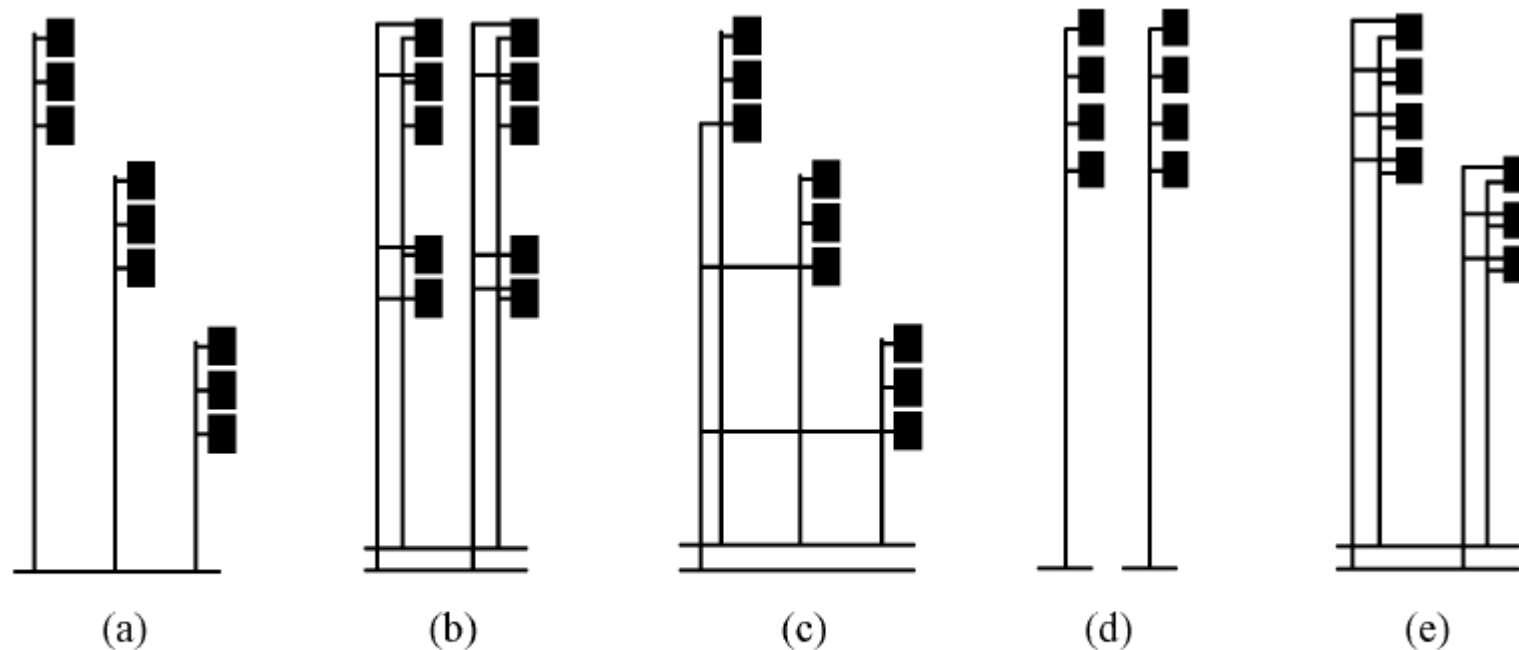


图 8-13 高层建筑配电方案

(a)单干线；(b)双干线；(c)公共备用干线；(d)母干线；(e)双母干线

### 3、供电系统的方案

供电系统应根据建设单位要求，由设计者按工程负荷容量，区分各个负荷的级别和类别，确定供电方案，并经供电部门同意，典型的方案有：

#### (1) 单电源供电方案

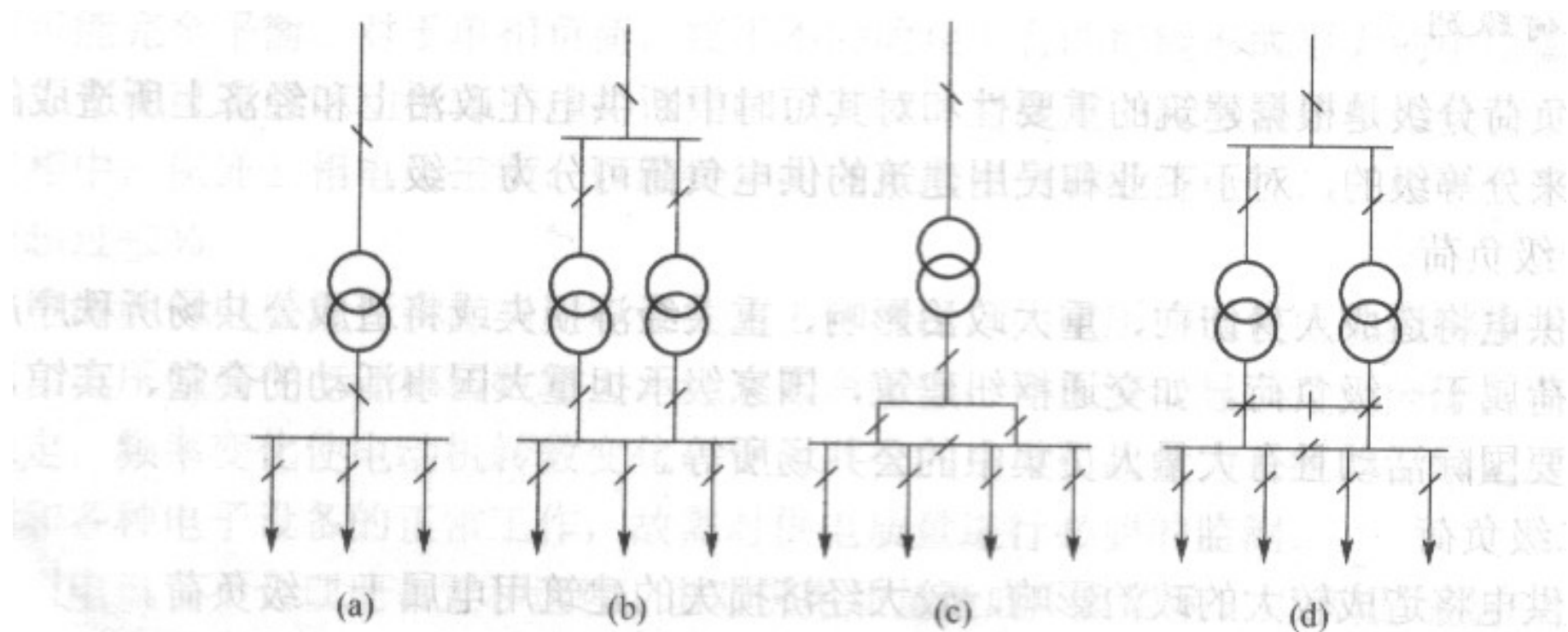
1) 单电源、单变压器、低压母线不分段系统，该系统供电可靠性较低，系统中电源、变压器、开关及母线中，任一环节发生故障或检修时，均不能保证供电。但接线简单、造价低，可用于三级负荷。

2) 单电源、双变压器、低压母线不分段系统。该系统中除变压器有备用外。其余环节均无备用。一般情况下，变压器发生故障的可能性比其他元件少得多，该方案和方案1比，可靠性增加不多，而投资却大为增加，故不宜选用。

3) 单电源、单变压器、低压母线分段系统。仅在低压母线上增加一个分段开关，投资增加不多，但可靠性却比1提高，可适用于一、二级负荷。

4) 单电源、双变压器、低压母线分段系统。该方案的优点是低压分两段，投资较大，也可先上一台变压器，待接双电源时再增一台变压器，此接线方式具有灵活性和发展余地，也可用于一、二级负荷上。

# 例：单电源供电方案



图单电源供电系统

## ( 2 ) 双电源供电方案

1 ) 双电源、单变压器、母线不分段系统。因变压器远比电源故障和检修次数要少，故此方案投资较省，较可靠，可适用于二级负荷。

2 ) 双电源、单变压器、低压母线分段系统。此方案比方案 1 设备增加不多，可靠性明显提高，可适用于二级负荷。

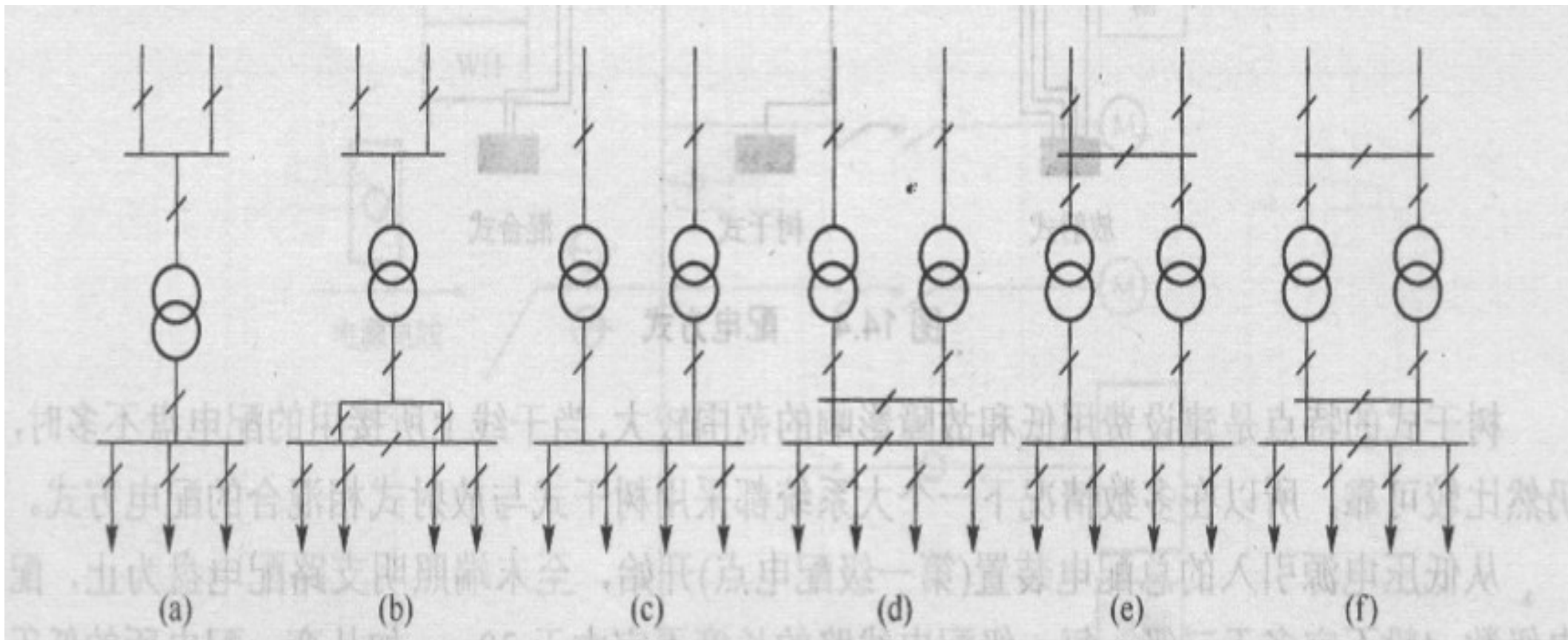
3 ) 双电源、双变压器、低压母线不分段系统，此方案不分段的低压母，限制两变压器合用作用的发挥，故不宜选用。

4 ) 双电源、双变压器、低压母线分段系统。该系统中各基本设备均有备用，供电可靠性大为提高，可适用于一、二级负荷。

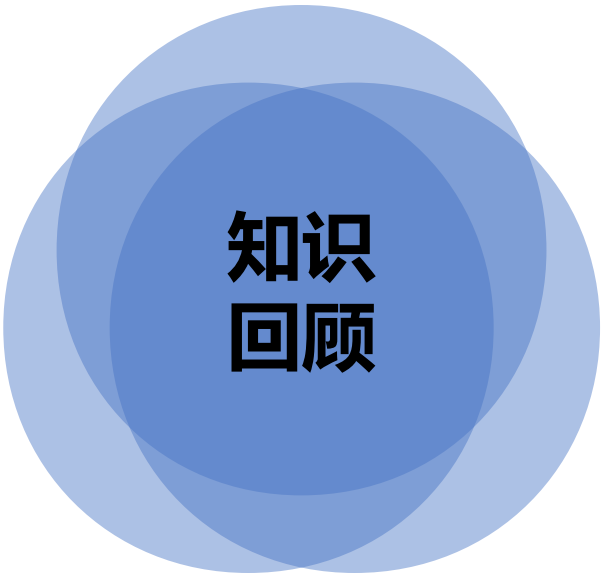
5 ) 双电源、双变压器、高压母线分段系统。因高压设备价格贵，故该方案比方案 4 投资大，并且存在方案 3 的缺点，故一般不宜采用。

6 ) 双电源、双变压器、高、低母线均分段。该 方案的投资虽高，但供电的可靠性提高更大，适合于一级负荷。

## 例：双电源供电方案



图双电源供电系统

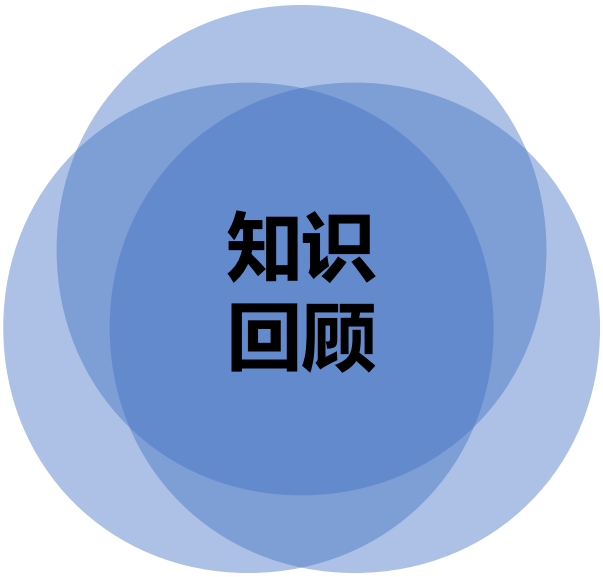


## 知识回顾



### 识记

- 1．电力系统是由发电厂、电力网和用电设备组成的统一整体。电力网是电力系统的一部分，它包括变电所、配电所及各种电压等级的电力线路。
- 2．建筑供配电系统主要包括从电源进户起到用电设备的输入端止的整个电路，其主要作用是完成在建筑内接收电能、变换电压、分配电能和输送电能的任务。
- 3．用电负荷计算可采用需要系数法和单位建筑面积安装功率法等计算方法。
- 4．变配电室（所）是用来安装和布置高压开关柜、变压器和低压配电柜的房间，其主要任务是从电力系统受电，经变压器变压，然后向负载配电。其一般由高压开关室、变压器室和低压配电室三部分组成。



## 知识回顾

### 思考与练习答案



### 识记

- 5 . 自备电源一般采用发电机组和蓄电池。自备电源与工作电源应避免并列运行。
- 6 . 低压电器一般可分为低压配电电器和低压控制电器两大类。即低压配电电器中的开关、断路器和熔断器以及低压控制电器中的接触器、继电器等。
- 7 . 低压配电线路的接线方式一般有放射式、树干式和环形式三种。
- 8 . 导线的选择必须保证供电的安全性、可靠性和经济性。
- 9 . 导线的敷设分明配线和暗配线两种。
- 10 . 高层建筑常用的供电方案包括单干线、双干线、公共备用干线、母干线和双母干线。