

9/12

F-436.6/  
V37

# 电力配网工程 定额与造价

主 编：王 宪

副 主 编：屈承德 安治章

编写人员：王成安 丁 群 王翠珠

刘 羌 黄惠芳 朱晓春

郭晓云 赵稳妮 刘志芬



A0952405



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

## 内 容 提 要

本书共十章，主要内容包括：电力系统及电力网概述；配电网概述；配电网工程；基本建设程序；工程建设造价的编制和管理；工程合同管理；计算机在概预算中的应用和管理以及预算案例等。并附有《电力建设 110kV 及以下送变电工程限额设计参考指标》供参考。

全书注重电力工程定额与造价的编制，着重讲述配电网工程概预算编制的基础知识和工程造价的管理，并附有案例，具有较强的实用性和可操作性。它不仅适用于城网、农网改造工程建设和管理的技术经济人员学习和掌握配电网建设工程造价的编制和管理，而且是施工投标标底和报价编制的参考用书，并可作为电力系统配电网工程技术经济专业人员、执业造价工程师岗位培训的教材和电力电网工程建设业主、施工承包商、电力设计院、建设监理、工程审计等单位设计、施工、审计、管理人员的参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

电力配网工程定额与造价/王宪主编.—北京：中国水利水电出版社，2001.6  
ISBN 7-5084-0652-4

I. 电… II. 王… III. ①配电系统-电力工程-定额-中国②配电系统-电力工程-工程造价-中国 IV. F426.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 031424 号

书 名	电力配网工程定额与造价
作 者	主 编 王 宪 副主编 屈承德 安治章
出版、发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: <a href="http://www.waterpub.com.cn">www.waterpub.com.cn</a> E-mail: <a href="mailto:sale@waterpub.com.cn">sale@waterpub.com.cn</a> 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	海天计算机技术开发有限公司
印 刷	水利电力出版社印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 16.5 印张 402 千字
版 次	2001 年 6 月第一版 2001 年 6 月北京第一次印刷
印 数	0001—5100 册
定 价	35.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

# 前 言

为适应社会主义市场经济和国家电力结构调整,加强城乡电网建设与改造工程造价管理工作质量,提高电力工程技术经济专业人员的业务素质及市场应变能力,合理确定和有效控制工程造价,发挥投资效益,在国家电力公司和有关专家的关心支持下,我们编写了《电力配网工程定额与造价》一书。本书可作为电力系统配网工程技术经济专业人员岗位培训教材和日常工作必备的工具用书,也可作为电力系统配网工程业主、建设、设计、监理、施工、审计等各方面管理人员的参考书籍。

本书共十章,主要介绍电力配网工程基础知识及基本建设程序、概预算编制、概预算定额和费用管理、施工招投标、合同管理、计算机在概预算中的应用与管理、预算案例等。

为使本书更加充实完善和贴近实际,我们按照原电力工业部1997年4月4日颁发的《电力工业基本建设预算管理制度及规定》、《中华人民共和国合同法》、《中华人民共和国招标投标法》的内容和有关条款,参考国内现行专业资料有关论点及编排结构,结合电力配网工程设计、施工、监理及工程概预算的具体实践进行编制。

编写《电力配网工程定额与造价》一书的目的是为了为了使电力配网工程和目前我国正在进行的城乡电网建设与改造的概预算管理进一步规范化、标准化。并通过以本书为主要内容对在岗从业的技术经济专业人员进行有目的、有计划的培训,达到全面系统了解项目建设过程和电力配网基础知识、熟悉预算编制程序、掌握概预算管理的基本原则、熟练应用现代化的管理方式、合理确定和控制电力配网工程造价的目的。

本书的编撰得到了国家电力公司各有关方面的关怀和支持,编撰人员也十分认真努力,经反复斟酌,几易其稿,仍难免有误。随着对外开放和市场经济体制不断发展和完善,工程概预算理论研究也将得到不断发展和完善,为此,恳请各方面专家提出宝贵意见,以便今后改进。

编 者

2001年5月

# 第一章 电力系统及电力网概述

## 第一节 电力系统构成

### 一、电力系统的概念

由电源、电网和用户组成的整体叫电力系统。如图 1-1 所示。电力网是它的一个重要组成部分，是由线路和变电所组成，是电源和用户之间的中间环节，也可以说电力系统的一部分，包括变电所和各种不同电压等级的线路叫电力网。即由各种电压的输、配电线路及两端的变电所组成电力网。

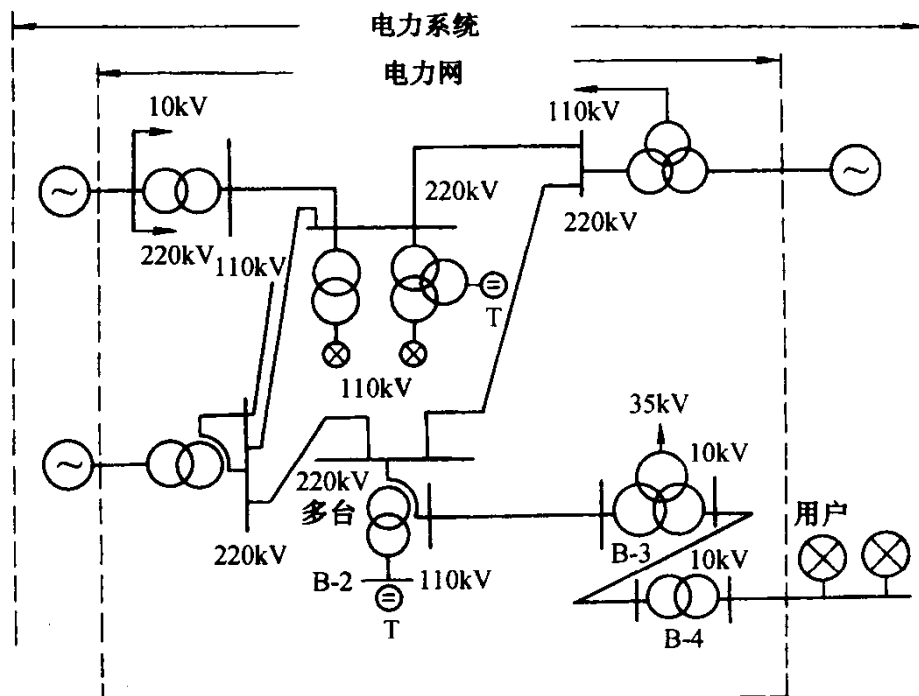


图 1-1 电力系统、电力网示意图

电力网按其功能可分为输电网和配电网部分，输电网是由输送大型发电厂的巨大电力的出线，输电线以及连接这些线路的变电所组成，是电力系统的主要网络。配电网是由电线和配电变电所组成，又可分为一次和二次配电网。如图 1-2 所示。

### 二、电力系统的接线图及系统的主要元件

一个大的电力系统，包括大型水力发电厂、大型火电厂、核能电厂以及地区水电站和地方热电厂，通过变电所、换流站、开关站，交、直流输电系统，彼此用电力网互相联系起来向用户供电。电力网电压等级有 500kV、330 kV、220 kV、110 kV、35 kV 和 10 kV、6 kV 等，见图 1-3。

由图 1-3 可以看出，电力系统由两类元件组成：

第一类是输送元件，其作用是输送电能。包括架空线路及电缆线路，断路器，隔离开

关，发电厂和变电所、换流站的母线等。

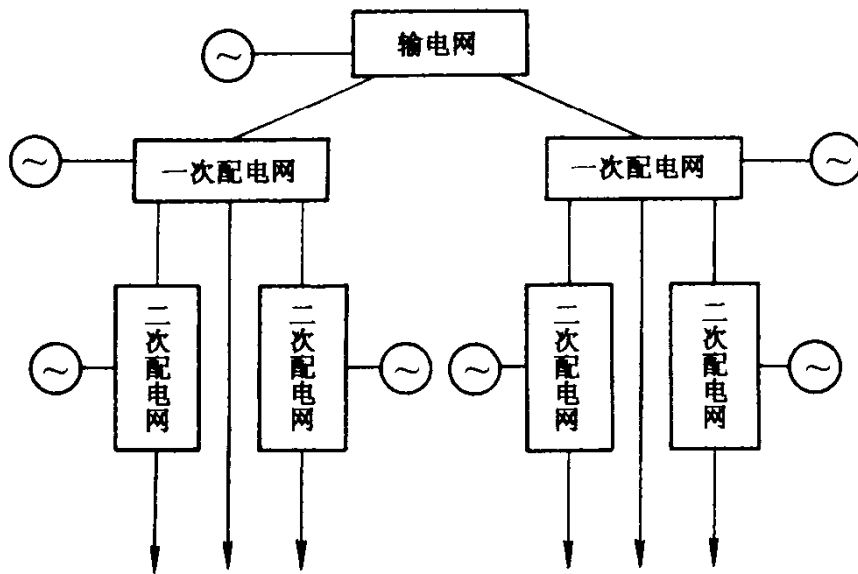


图 1-2 电网的基本结构

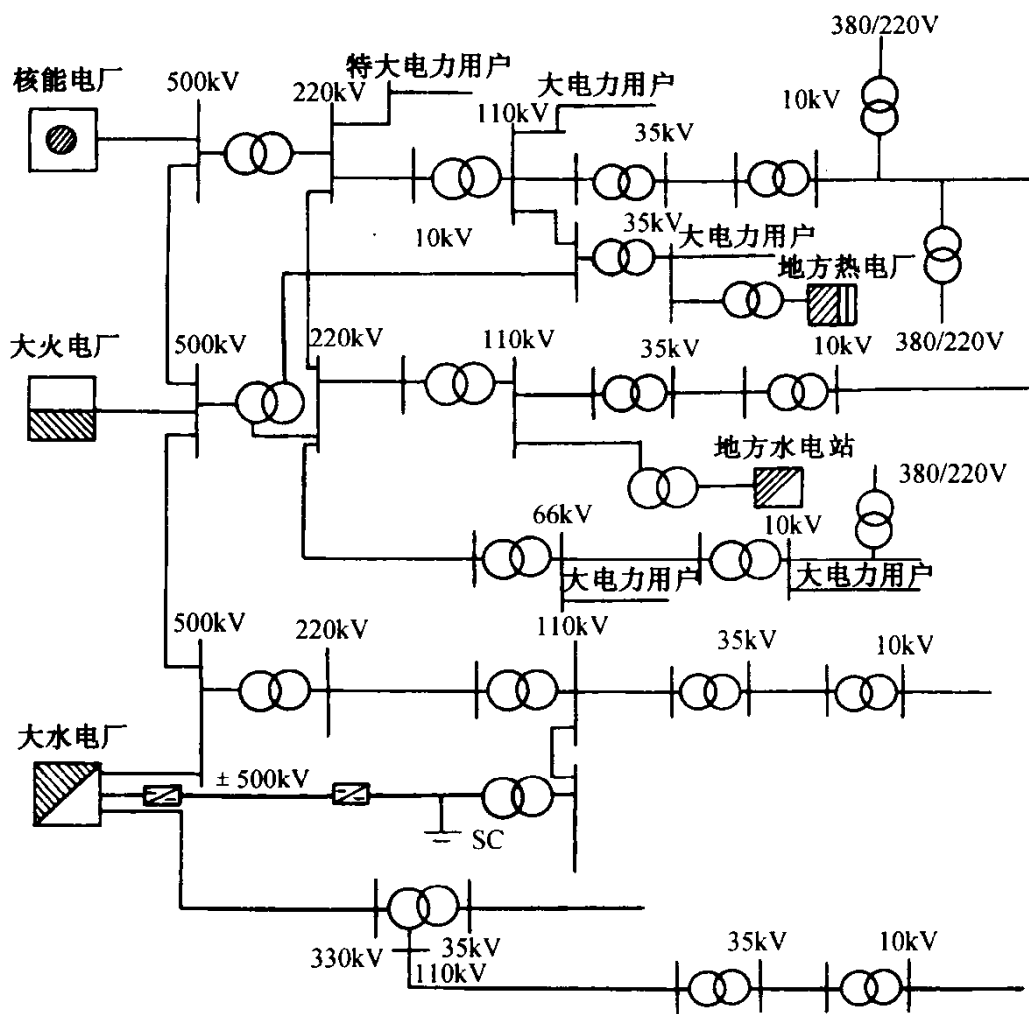


图 1-3 电力系统接线示意图

第二类是交换元件，通过这些元件，一种形态的能量可变换为另一种形态的能量。包括发电机、变压器、电动机、工作机械、照明及家用电器、整流器和变频器等。

各个元件，具有其“本身参数”，如变压器的阻抗和导纳、变压器一次侧和二次侧的

电流、电压和功率。在 35kV 以下的架空线路和 10kV 以下电缆线路中，可以忽略电容电流和电容功率的影响，网络计算时线路可简化为电阻  $R$  和电抗  $X$  的串联电路。已知系统中各个元件的参数后，则元件的特性也随之而决定。在给定的条件下，根据各个元件的特性，可以分析整个电力系统运行的特性。

## 第二节 电力系统的技术特点与运行方式

### 一、电力系统的技术特点

电能生产与其他工业生产不尽相同。电力工业在技术上也具有与其他工业不同的特点。它具有电能不能储藏、自动化水平高、安全可靠性的特点，具体有：

#### 1. 电能不能储藏

发电厂发电量的多少，决定于用户的需要，其产生、分配和消费是在同一个时间内进行，发电和用电始终保持平衡。这一过程的同时性，就使电力系统中各个元件和各个环节形成了一个有机的整体。任何一个元件或某一环节发生问题，都会对整体（即电力系统）产生影响。

#### 2. 自动化水平高

电力系统的电磁过渡过程非常迅速，如短路及发电机运行稳定性的丧失过程等都是在一毫秒至几秒内完成的。为防止危害，需要非常灵敏和迅速的操作与调整，这就促使了电力系统中自动装置的广泛采用。

#### 3. 安全可靠性的特点

电力工业和国民经济各部门间有着极其密切的联系。电能的不足或停止供应，将直接影响企业的发展或使生产停顿，并将影响人民日常生活。电力系统中发电机设备容量，总是比电力系统实际需要的容量大一些，以确保供电可靠和随时满足电能需求增长的要求。

### 二、电力系统运行方式

电力系统运行方式，一般分为正常运行方式和事故运行方式两种。

#### 1. 正常运行方式

正常运行也叫计划运行。在这种方式下，应保证各个用户的用电需要和电能质量，并且满足系统经济运行的要求。由于负荷常有规律的变化，以及计划检修机组或线路时，需要经常改变系统的运行方式以适应新的情况。

#### 2. 事故运行方式

包含了事故过程中的运行方式和事故后的运行情况。具体有：

(1) 事故过程中运行。如发生短路或系统某设备故障，此时系统各元件处在一种不正常的运行状态中，各元件运行参数和正常允许规定值相差很大，将会损坏设备或事故范围更加扩大。事故运行所造成的后果，与带事故运行过程的时间有关。应尽快消除带事故运行。

(2) 事故后的运行。如果此时运行参数，并不超过容许的范围而且具有足够的可靠度，则此事故后的运行情况不致造成恶劣后果。

由于电力系统是一个有机的整体，系统中任何一个主要元件运行情况的改变，均将影响整个电力系统。因此，电力系统中设有统一的调度指挥机构，通过电力系统通信和电力

系统自动化，实现系统调度和有效指挥。因此，系统全部和局部运行情况的研究，特别是系统最佳运行方式的确定，是极其重要的问题。

### 第三节 电力网接线和系统要求

#### 一、电力网的接线方式

电力系统的接线方式，在很大程度上，决定了电力系统运行可靠程度和运行的经济性。

任何形式电力网的接线，均应尽量满足下述几个基本要求：

(1) 供电可靠。根据用户的级别以及电力网元件在系统中的地位，确定网络结线、设备配置以及备用电源是否需要等，这些问题往往要通过技术经济比较来决定，以保证满足用户对供电可靠性的要求。

(2) 运行灵活。所谓运行的灵活性，是指电力系统的接线方式须能适应于各种运行情况，保证进行各种元件的检查和修理。

(3) 运行经济。即接线在满足上述两个条件的前提下，应保证最低的运行费用。

(4) 操作安全。即接线在满足上述两个条件的前提下，应方便维护、检修和操作。

(5) 方便发展。即接线在满足上述两个条件的前提下，应预测中长期用电负荷增长需求，为今后的扩建留有余地。

为了满足上述要求，在不同的情况下，应该采取不同的接线方式。影响接线方式的因素，是用户的大小、用户的相互地理位置和用户对供电的要求。

电力网结线方式是多种多样的，但归纳起来，可以分为辐射形、干线形、链串形、环形，见图 1-4。

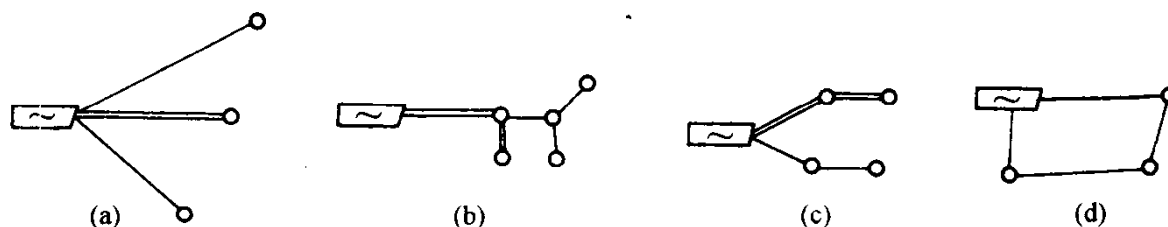


图 1-4 电力网的接线方式

(a) 辐射形；(b) 干线形；(c) 链串形；(d) 环形

各种电力网，可能是上面四种形式中的一种形式，也可能是由这四种基本网络形式混合构成。各种形式的网络，可以由一回线组成，也可以是由双回线组成。究竟应该采用几回线，主要决定于用户对供电可靠性的要求。

#### 二、对电力系统的运行和电力网建设的基本要求

电力系统的运行情况以及电力网的建设，必须满足国民经济发展和人民生活水平日益增长的需求，归纳起来有三点：可靠、合格和经济。具体为：

##### 1. 供电可靠性

在任何情况下，都要尽可能地保证电力系统运行的可靠。停电对国民经济所造成的损失，绝不能仅以少发供电能的价值来衡量。一般来说，提高电力系统的可靠性，应从规划、设计到运行各个方面着手，主要包括：

(1) 满足用电量，保证一定的备用量。

(2) 提高电网可靠性。正确选择、安装和维护系统的各个元件，保证设备元件的安全可靠。电网结构力求简化，并保证一定的灵活性。

根据对供电可靠性的要求，将电力用户分为三级：对一级负荷，应由两个独立的电源供电，其中一个电源的容量在另一个电源发生故障时，仍能完全保证一级负荷之用电；对二级负荷，是否装设备用容量，要看该用户在国民经济中的地位，经过经济技术比较，再作决定；对于三级负荷，一般可以不用备用电源。

(3) 提高系统运行稳定性。在电网受到不同程度的扰动时，一般不应引起稳定性的破坏，造成系统解列或大面积停电，所以电网应具有抗干扰能力。电网结构的合理性应与保证运行稳定的技术措施协调配合，使电网的建设和发展在技术经济上更为合理。

## 2. 合格的电能质量

衡量电能质量的指标是电压、频率和波形。尤其是电压和频率两项指标必须保证。电力系统中的周波和各点的电压应保持在一定的允许变动范围内。电压过高或过低都将对用电设备产生不良影响，轻则影响其正常运行，重则烧坏设备。用户供电电压允许变化范围如表 1-1 所示。

表 1-1 用户供电电压允许变化范围

线路额定电压 $U_e$	电压允许变化范围
35kV 及以上	$\pm 5\% U_e$
10kV 以下	$\pm 7\% U_e$
农业用户	$(5\% \sim 10\%) U_e$

频率的偏差同样将影响用电设备的寿命和正常运行，设备的不正常运行又可能影响产品质量，甚至产生废品。对电力系统本身而言，若不能制止频率急剧下降，就可能导致系统崩溃。电力系统容许的偏差如表 1-2 所示。

表 1-2 系统频率允许偏差

运 行 情 况		容许频率偏差 (Hz)	容许标准时钟误差 (s)
正常运行	中、小容量系统	$\pm 0.5$	60
	大容量系统	$\pm 0.2$	30
事故运行	30min 以内	$\pm 1$	—
	15min 以内	$\pm 1.5$	—
	绝不容许	-4	—

波形在正常供电时应为正弦波，但由于电力系统本身或外来的谐波源，会使波形产生畸变。因此，应在系统中采取相应的抑制谐波的措施。

## 3. 运行经济



提高电力系统运行的经济性，应从以下几方面着手。一是尽量减省生产每一千瓦小时电量的燃料（或水量）消耗和厂用电以及电力网中的电能损耗，从而降低电能成本；二是在保证供电可靠性的同时，应尽可能的降低电力网的造价，节约原材料（例如铜、铝、钢材及其他材料）；三是电力系统结线图和其中的各个元件，必须在所有的运行方式下及检修时，保证人身及设备安全；四是在不根本改变电力网的现有设备和不使运行中断的条件下，电力网应具有进一步发展的可能性。

## 第二章 配电网概述

通常把电力系统中二次降压变电所低压侧直接或降压后向用户供电的网络称为配电网。配电网是从输电网接受电能，再分配给各用户的电力网。配电网与输电网，原则上是按照其发展阶段的功能来划分的。具体到一个电力系统中，则是按照其电压等级确定。

### 第一节 配电网类别

配电网按电压等级分，有高压配电网、中压配电网、低压配电网、电缆配电网；按所在地域或服务对象分，有城市配电网和农村配电网；按配电线路型式分，有架空配电网和电缆配电网。不同电压等级的配电网之间通过变压器连接成一个整体配电系统。配电网的主要功能是从输电网接受电能，并逐级分配或就地消费，即将高压电能降低至方便运行又适合用户需要的各种电压，组成多层次的配电网，向各种用户供电。

#### 一、高压配电网

高压配电网是指由高压配电线路和配电变电所组成的向用户提供电能的配电网。

高压配电网的功能是从上一级电源接受电能后，可以直接向高压用户供电，也可以通过变压为下一级中压配电网提供电源。高压配电网容量大、负荷重、负荷节点少、重要性较高。高压配电网的电压等级分为 110kV、63 kV、35 kV 三个标准，一般城市配电网采用 110 kV 作为高压配电电压，在特定供电区 63 kV 作为高压配电电压，少数地区却以 110 kV 和 35 kV 两种电压等级并存。

由于高压配电网要求有高供电可靠性，所以高压配电变电所的进线通常至少有两回，每回线来自不同电源点或同一电源点的不同母线段，也可以采用将几个配电变电所的电源进线串接成环形的接线方式。高压配电变电所一般配置两台或两台以上同容量的主变压器，其容量与电源进线容量相配合，主变压器正常运行的利用率是以在一台主变压器停运后，其余主变压器的短期过负荷能力和变压器二次侧母线上备用联络线所能提供的容量来决定的。配电变电所增加进线回路、相应的变压器台数以及备用联络线容量，均可以提高主变压器利用率。只有一台变压器的配电变电所，必须设法提高其二次侧母线上的联络容量。

#### 二、中压配电网

中压配电网是指由中压配电线路和配电变电所组成的向用户提供电能的配电网。中压配电网的功能是从输电网或高压配电网接受电能，向中压用户供电，或向各用电小区负荷中心的配电变电所供电，再经过变压后向下一组低压配电网提供电源。中压配电网具有供电面广、容量大、配电点多等特点。配电网的形成和发展是从低压到中压，最后到高压配电网。中压配电网的电压等级也是随着电网的发展和负荷的增长，从较低电压开始逐步发展较高的电压等级。在我国，中压配电网采用 10 kV 为标准额定电压，个别地区还设有 6 kV 电压，主要用于专用负荷。我国的《城市电力网规划设计导则》规定：向市区供电的中压

配电网，应能保证当任何一条 10 kV 的线路的出口断路器计划检修停运时，保持向用户继续供电；事故停运时，通过操作能保持向用户继续供电，不过负荷，不限电。

### 三、低压配电网

低压配电网是指由低压配电线路及其附属电气设备组成的向用户提供电能的配电网。

低压配电网的功能是以中压配电变压器为电源，将电能通过低压配电线路直接输送给用户。低压配电网的低压配电线路供电距离较近，低压电源点较多，一台中压变压器就可作为一个低压配电网的电源，两个电源之间的距离通常不超过数百米。低压配电线路供电容量不大，但分布面广，除少量集中用电的用户外，大量是供给城乡居民生活用电及分散的街道照明用电等。

低压配电网逐渐采用比较经济的三相四线制、单相（照明、家用电器等）和三相（动力）混合系统。我国规定采用单相 220V、三相 380 V 的低压额定电压。

低压配电网负荷多而分散，一般情况下，用电量较小，负荷重要性较低，停电后影响相对较小，不一定配置备用电源。但对于负荷密度较高，一旦停电将造成严重影响的地区，除要求不停电作业外，还要在接线上考虑检修造成停电的机会。

### 四、电缆配电网

电缆配电网是指以地下配电电缆线路和配电变电所组成的向用户供电的配电网。电缆配电网与架空配电网的功能相同，但电缆的建设和运行费用昂贵，因此只为城市景观要求，政府规定不准架设架空线和架空走廊有困难的地方，以及负荷密度高、用架空线不能满足要求时，才采用电缆线路。原来采用架空配电网的城市，在发展过程中，随着负荷密度增高，会逐步增加电缆线路的比重，并趋向将架空线入地，成为电缆配电网。

中、高压的电缆配电网目前以环形接线或多回路供电方式为主。

电缆配电网适用于城市供电，更适用于电力负荷密度较高地区和用电集中地区的供电。并随着城市发展进一步扩展。具体发展趋势有四个方面：①容量越来越大；②供电设备小型化和简化；③改进接线（如采用环形接线、多回路接线、点网式接线等），进一步提高供电可靠性；④低电压等级网络逐步改为放射式接线方式。

## 第二节 配电网网络结构

配电网网络结构型式基本上分为放射式和网式两大类型。在放射式结构中，电能只能通过单一路径从电源点送至用电点；在网式结构中，电能可以通过两个及以上的路径从电源点送至用电点。网式结构又可分为多回线式、环式和网络式三种。

### 一、放射式配电网

一路配电线路自配电变电所引出，按负荷的分布情况，呈放射状延伸出去，分布于整个供电区域，所有用电点的电能只能通过单一的路径供给，见图 2-1。放射式配电网的优点是设施简单、运行维护方便、设备费用低、适用于低负荷密度地区和一般的照明、动力负荷供电。只要不超过线路的额定容量并满足电压质量要求，放射式的配电线路就可以逐步延伸，以适应新增加的用电负荷的需要。放射式配电网的缺点是供电可靠性低，一旦配电设施有故障就会造成大量用户停电。为了弥补这一缺点，部分用户可以视其对供电可靠

性要求的不同，从邻近配电网取得适当容量的备用电源。在中压和低压的放射式配电网中，通常还装设分段断路器将线路分成适当的区段，而且在适当的分段处与相邻线路之间装设联络断路器，使得放射式配电线路发生故障时的停电区段缩小，或将部分非故障区段切换到相邻线路，以保证继续供电。这种形式连接的放射式结构在城市的中、低压配电网中使用较多。

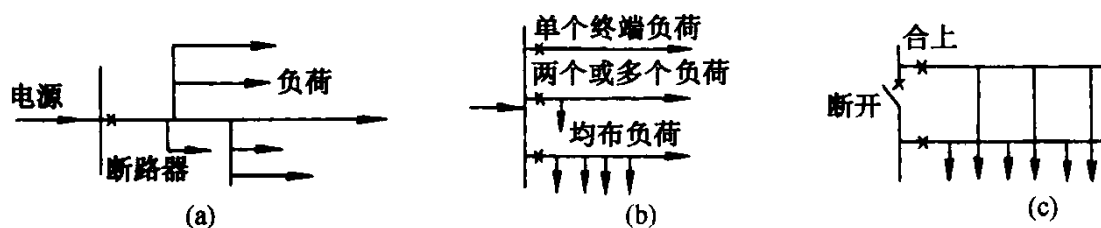


图 2-1 放射式配电网

(a) 树枝放射；(b) 单线放射；(c) 双线放射

## 二、多回线式配电网

多回配电线路（一般是平行敷设的）自配变电所引出接到受电端，正常时各条配电线路并列运行，平均分担全部负荷，当一条配电线路有故障时，可自动将其切断隔离，其余的配电线路有足够容量承担全部负荷，见图 2-2。多回线式配电网至少有两回配电线路，但一般为 3~4 路或更多回路。多回线式配电网比放射式配电网可靠性高，一回配电线路故障时，不会造成用户停电，有需要时还可达到在第二回配电线路故障时不用户使用停电的要求。电缆配电网故障测寻和故障修复时间较长。故常采用这种多回线的结构。多回线式配电网的主要缺点是继电保护配置比放射式配电网的要复杂。

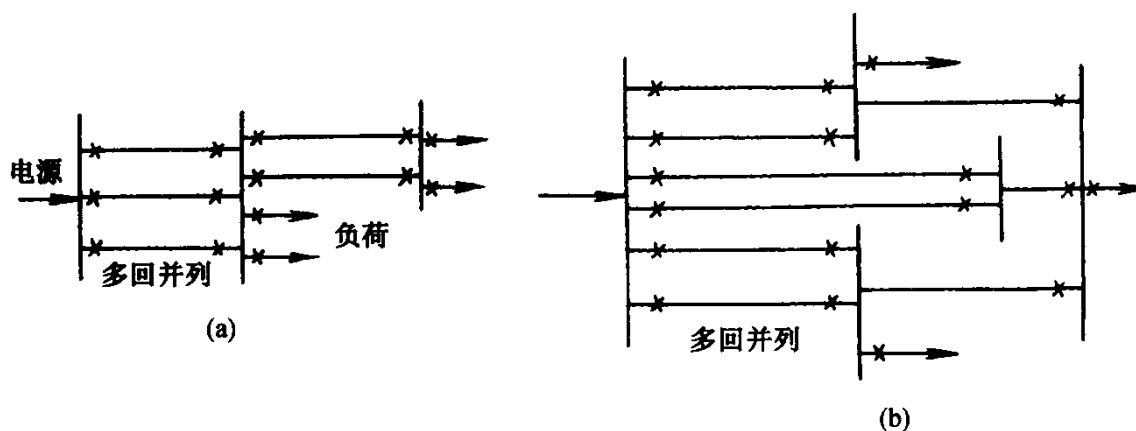


图 2-2 多回线式配电网

(a) 方式 1；(b) 方式 2

## 三、环式配电网

配电变电所引出的配电线路连接成环形，每个用电点自环上不同部位接出，见图 2-3。简单的环式配电网是两回配电线路自同一（或不同）配电变电所的母线引出，利用联络断路器（或分段断路器）连接成环，每个用电点自环上 T 形或 II 形支接。当环路上某区段发

生故障时，利用分段断路器切换隔离后，其他区段上的负荷可继续供电，这是环式配电网的特点。将联络断路器经常断开，只有当某区段发生故障或停电作业时才倒换闭合的运行方式称为常开环路方式；而将联络断路器经常闭合的运行方式称为常闭环路方式。闭环运行增加装置的复杂性，但可改善配电网内电流分布，减少电压降和功率损耗。环式配电网的主要缺点是：若不配置自动化装置，当线路某一区段发生故障时，此线路将全部停电，要先逐段查出故障点，经隔离后才能恢复供电。

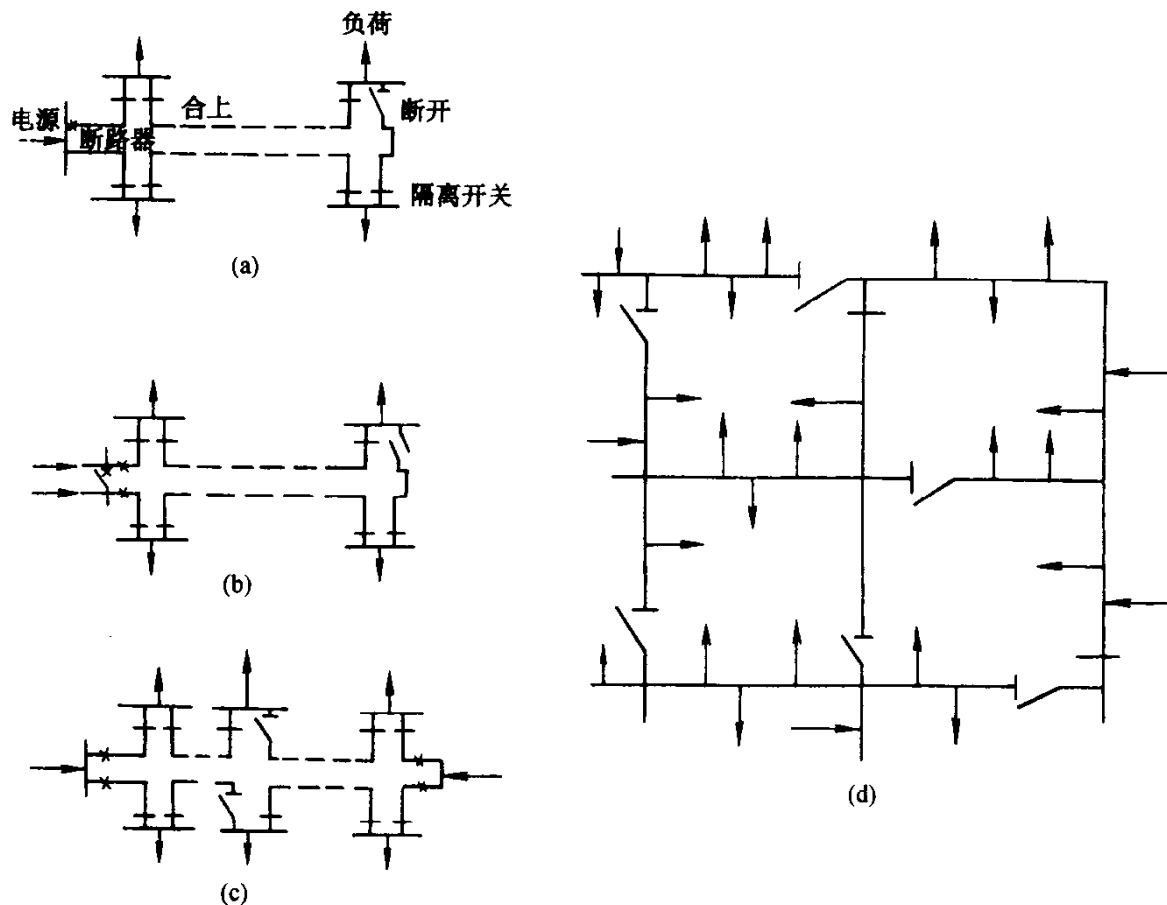


图 2-3 环式配电网

(a)、(b)、(c) 环式电缆配电网；(d) 环式架空配电网

#### 四、网络式配电网

自配电变电所的同一母线引出多回中压配电线路（一般至少三路），配电线路上的各配电变压器低压侧均连接在一起，形成网络布置，用电点都自网上接出，任何一回配电线路或变压器停电时，用电负荷不会停电。网格式配电网又可分为格网式配电网和点网式配电网两种。

##### 1. 格网式配电网

用于大城市的低压电缆配电网，由来自同一电源但不同配电线路的多台变压器的低压电网并联或通过熔断器并联组成，见图 2-4。低压电缆故障时，瞬时电压下降，但不影响供电。中压电缆故障时，电源侧断路器跳闸，配电变压器的低压侧断路器由反馈的励磁电流使逆功率保护动作跳闸，实现从高、低压两侧隔离故障，格网仍维持供电。格网式配电网供电可靠性高，线损小，电压质量好，但保护复杂，建设费用高。

## 2. 点网式配电网

适用于大城市较大的集中负荷（如大楼、工厂等），由来自同一电源的多回配电线路（一般是三回）供电。用电点的每台配电变压器分别接到一回配电线路上，各变压器的低压侧连接到共同的母线上，用电负荷自此低压母线上接出，见图 2-5。

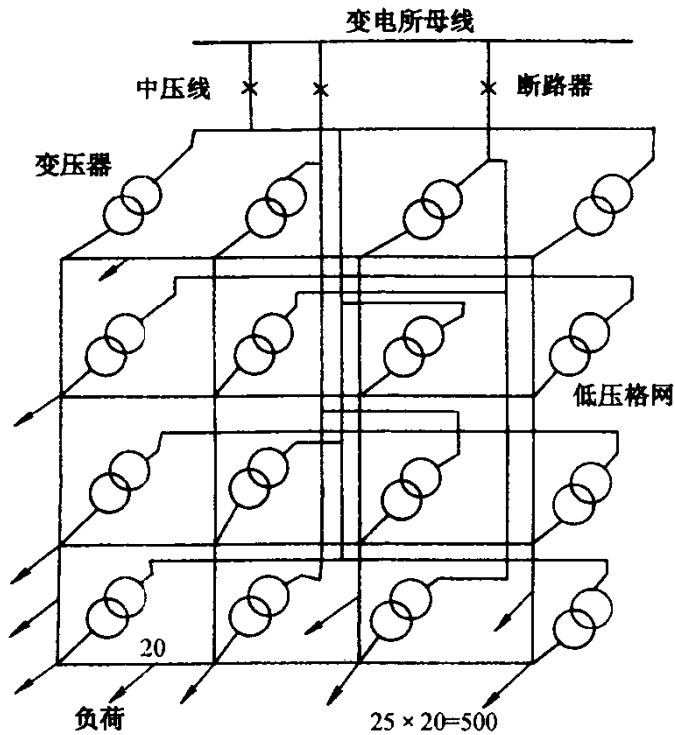


图 2-4 电网式配电网

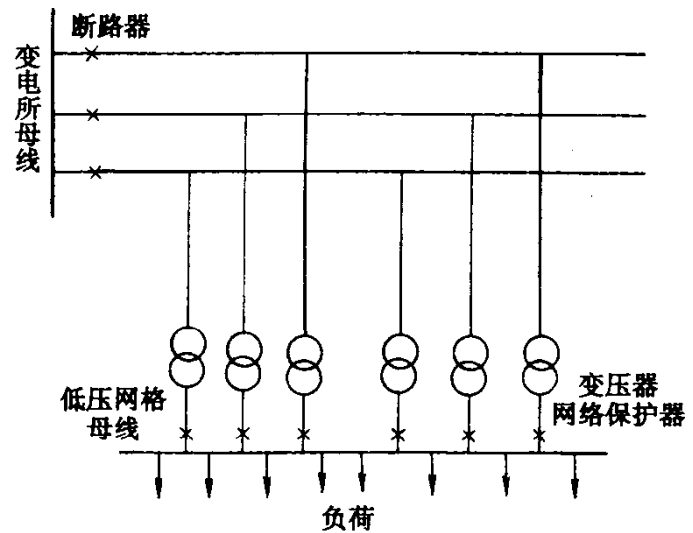


图 2-5 点网式配电网

通常每回配电线路上还直接有本地区的其他点网式供电用户。点网式配电网在运行中，各配电变压器低压侧并联，平均分担负荷，电压变动小，一台变压器回路故障时，不会造成停电，供电可靠性高。但其保护配置比较复杂，低压侧要装设较灵敏的网络保护器，而且低压侧的短路容量较大，因此点网式配电网的容量不能建得太大。

## 第三节 配电网供电方式

供电部门向用户提供的电源特性和类型从更广泛的含义讲，还包括用电方式、计量方式、管理关系等内容。供电方式的选择要保证供用电的安全、经济、合理和不影响其他用户用电，要根据用户的用电性质、容量，结合电网规划及当地的供电条件来确定。

### 一、电源特性

电源特性指电源的频率、额定电压和电源容量。

#### 1. 频率

当今世界各国的电力系统都以交流电源作为供电电源，并规定了供电的额定频率。如我国和欧洲各国的额定频率为 50Hz，美国主要为 60Hz，日本为 50Hz 和 60Hz 并存。

#### 2. 额定电压

我国国家标准规定可供选择的配电网供电额定电压：高压为 110 kV、63 kV、35kV，中压为 10kV、6kV，低压为 380V（三相）、220V（单相）；除发电厂直配电压可采用 3 kV、6kV 外，其余的配电电压应逐步过渡到上述额定电压。供电额定电压的选择通常是根据用

电容量的大小来决定的。我国目前规定，一般用户用电设备的容量在 250kW 或需用变压器的容量在 160kVA 及以下者，应以低压方式供电。在特殊情况下，对供电可靠性要求很高、用电性质特殊的用户（如机要通信、广播电视、计算中心等）、用电负荷（冲击负荷、非线性负荷等）会对电力网的电能质量产生不良影响的用户、某些临时性用电的用户也可用中压或高压方式供电。中压及高压供电的各级电压的最高容量界线，要根据安全、经济和节能的原则确定。

### 3. 电源容量

电源容量指电源最大和最小运行方式时的短路容量。确定电源容量，主要是为了用户的设备选型，以及使某些特种负荷所引起的电压波动或产生的谐波分量能在规定限度以内。

## 二、供电方式类型

由电源相数、电源数量、供电回路数等具体指标决定。

### 1. 电源相数

一般可分为三相三线制、三相四线制、单相两线制和单相三线制。三相三线制用于高、中压配电线路及部分低压配电线路，其余方式用于中、低压配电线路。三相三线是指供电的三根导线为三根相线，如同时需要单相供电，则要加上一根中线，成为三相四线制。单相两线由一根相线和一根中线组成，单相三线则由单相变压器绕组首末两端引出线作为两根相线，绕组中心引出线作为中线组成，这种供电线路在日本等国有使用。

为保证供电系统安全经济运行，在三相供电时，应尽量做到三相负荷的平衡，各国配电网的高、中压供电，除个别情况采用单相供电外，一般都采用三相供电。低压大容量用户大多也为三相供电，容量较小的则采用单相供电。我国配电网中，高、中压用户都采用三相三线制供电；在用户装有三相用电设备或虽只装单相设备但计算负荷电流超过 30A 的低压用户，也采用三相四线制供电；计算负荷电流在 30A 及以下且只有单相用电设备的低压用户，才采用单相两线制供电。

### 2. 电源数量

对一般用户，大多以一个电源供电。但对中断供电后会造成人身伤亡或重要设备损坏、连续生产过程长期不能恢复以及环境严重污染或政治上有重大影响的重要用户，除正常供电电源外，要有保安电源，还可应用户要求提供备用电源。

### 3. 供电回路数

当供电线路容量能满足用户用电容量时，一般用户常用单回路供电；用电容量较大时，可用双回路或多回路供电，这样不仅可满足用电容量，还可提高供电的可靠性。

## 三、配电网的发展趋势

配电网的发展趋势表现为以下五个方面：

(1) 简化电压等级。这有利于配电网的管理和经济运行。世界各国都规定了电压等级和标准，并尽可能减少降压层次，将已存在的非标准电压逐步升压改造。同时，随负荷密度的不断增长，将输电电压（例如 110kV）直接引入市区。法国巴黎的配电标准电压只有 225 kV、20kV 和 0.4kV 三种，收到很好的效果。

(2) 为了城市美观和安全，有些国家的大城市早已将城市配电网入地。绝缘导线或绝

缘电缆的架空配电网也已逐步应用。

(3) 配电网接线进一步向简化和高可靠性方面发展。

(4) 为减少与城市建设的矛盾，减少线路走廊用地和配电装置占地、半地下变电所和地下变电所以及小型成套配电装置，将在配电网中进一步扩大使用。窄基铁塔、钢杆线路、多回路并架线路将继续采用。地下电缆建设日益增加，电缆隧道、电缆沟、预制排管、公用事业管道合用的共同沟与共同隧道等措施将进一步推广。

(5) 配电网自动化程度日益提高。由于计算机技术的迅速发展，促使自动化技术的应用已由变电所发展到配电网和对用户的需方管理，使供电与用电两方面的业务紧密联系，从而使配电网的管理水平进入更高阶段。

## 第四节 配电自动化

我国改革开放以来，经济建设飞速发展，人民群众物质文化生活水平不断提高，不但对电力的需求量愈来愈大，并且对电力供应的经济、安全、可靠、质量也提出了越来越高的要求，促使供电企业对供电网进行规模改造的同时，大力推广、采用新技术和自动化设备，以保证电网的供电质量和可靠性。配电自动化就是为这一目的而提出来的。

### 一、配电自动化的意义

配电自动化是对配电网上的设备进行远方实时监视、协调及控制的新兴技术和领域，是现代计算机技术和通信技术在配电网监视与控制上的应用。

配电自动化是电力系统现代化的必然趋势，其主要意义在于：在正常运行情况下，通过监视配网运行工作情况，优化配网运行方式；当配网发生故障或异常运行时，迅速查出故障区段及异常情况，快速隔离故障区段及时恢复非故障区域用户供电，缩短对用户的停电时间，减少停电面积；根据配电网电压合理控制无功负荷和电压水平，改善供电质量，达到经济运行目的；合理控制用电负荷，从而提高设备利用率；自动抄表计费，保证抄表计费的及时和准确，提高了企业的工作效率和经济效益，并可为用户提供自动化的用电信息服务等。

配电自动化在人力尽量少介入的情况下完成大量重复性的工作。这些重复性的手工操作通常有查抄用户电度表、监视和记录变压器油温、检查核对配电变电所的负荷、沿配电网线路合或分开关。投入或撤除补偿电容器、升或降有载调压装置分接头以调节电压等。

配电自动化系统的主要目的之一在于尽量减少停电面积和缩短停电时间，为此必须能够采集配电网上的实时数据（即遥测和遥信），并对其进行分析，从而使调度员能够随时监视网上运行情况和作出明智的决策。此外，还要求能够通过遥控和遥调在控制中心就能对配电网必要的操作，从而缩短事故故障处理时间和降低劳动强度。

配电自动化系统有助于使配电网的潜力得以最大限度地利用，并且确保提供给用户的电能质量满足要求。因此，电力企业和用户都能从配电自动化中得到好处。

### 二、配电自动化系统构成

配网自动化系统，是一种使配电企业在远方以实时方式监视，协调和控制操作配电设备的自动化系统。它包括配电网数据采集和监控、配电地理信息系统、需方管理和用户信



息系统等几个部分，见图 2-6。

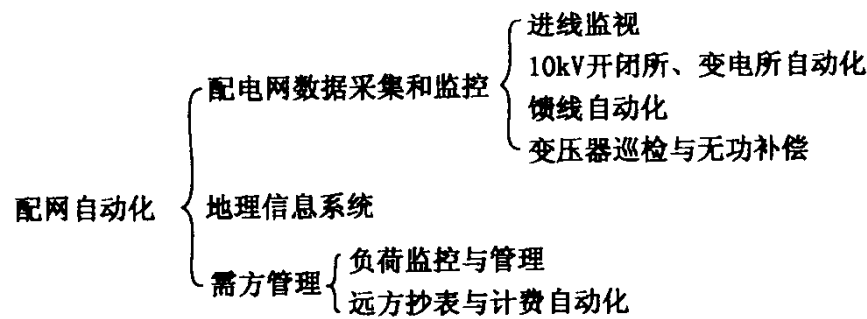


图 2-6 配电自动化系统

在配电自动化系统中，从为配电网供电的 110kV 主变电所的 10kV 部分监视，到 10kV 馈线自动化以及 10kV 开闭所、配电变电所的自动化，称为配电网数据采集和监控系统，包括进线监视、10kV 开闭所、配电变电所自动化、馈线自动化、变压器巡检与无功补偿。

进线监视一般完成对配电网进线变电所的开关位置、母线电压、线路电流、有功和无功功率以及电度量的监视。

馈线自动化是指在正常情况下、远方实时监视馈线分段开关与联络开关的状态和馈线电流、电压情况和实现线路开关的远方合闸和分闸操作。

开闭所和配电变电所自动化完成对配网中 10kV 开闭所、小区变的开关位置、保护动作信号、小电流接地选线情况、母线电压、线路电流、有功和无功功率以及电度量的远方监视、开关远方控制、变压器远方有载调压等。

变压器巡检是指对配电网中箱式变、变台的参数远方监视和补偿电容器的自动投切和远方投切等。

配电自动化系统的另一组成部分，即需方管理亦是电力的供需双方对用电市场共同管理，达到用电的可靠性，减少能源消耗及供需双方的费用支出的目的。其内容包括负荷监控、管理和远方抄表、计费自动化两方面。

负荷监控和管理是根据用户的用电量、分时电价、天气预报以及建筑物内的供暖特性等进行综合分析，确定最优运行和负荷控制计划，对集中负荷及部分工厂用电负荷进行监视、管理和控制，并通过合理的电价结构引导用户转移负荷，平坦负荷曲线。

远方抄表与计费自动化是指通过各种通信手段读取远方用户电度表数据，并将其传至控制中心，自动生成电费报表和曲线图等。

地理信息系统的引入是配电自动化的主要特点之一，因为配电网节点多、设备分散，其运行管理工作常与地理位置有关，将配电地理信息系统与一些属性数据库结合，可以更加直观地进行运行管理。

配电自动化地理信息系统内容主要包括：设备管理是指将变电所、馈线、变压器、开关等设备的技术数据反映在地理背景图上。

用户信息系统是指借助配电地理信息系统对大量用户信息，如用户名称、地址、帐号、电话、用电量和负荷、供电优先级、停电记录等进行处理，便于迅速判断故障的影响范围，