

电力线路实
用技术丛书

配电网实用技术

主编 崔军朝 孟凡钟 陈蕾

PEIDIANWANG
SHIYONG JISHU



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本套书共 5 册, 本册主要讲述了配电网组成及经济供电、高压配电设备、配电变压器、架空配电线路、架空绝缘线路、地埋电力线路、电力电缆线路、配电网智能化、小区供电设计及实例介绍、电力无功补偿与并联电容器、配电设备的防雷、电气设备的接地等内容。

本书内容新颖、丰富, 面向岗位技能, 适用于城乡电气专业职工培训教材及大中专专业师生参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

配电网实用技术 / 崔军朝, 孟凡钟, 陈蕾主编. --
北京: 中国水利水电出版社, 2011. 11
(电力线路实用技术丛书)
ISBN 978-7-5084-9089-2

I. ①配… II. ①崔… ②孟… ③陈… III. ①配电系
统 IV. ①TM727

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第214684号

书 名	电力线路实用技术丛书 配电网实用技术
作 者	主编 崔军朝 孟凡钟 陈蕾
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: sales@waterpub. com. cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京嘉恒彩色印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 26 印张 649 千字
版 次	2011 年 11 月第 1 版 2011 年 11 月第 1 次印刷
印 数	0001—3100 册
定 价	68.00 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

随着国民经济迅速增长，人们的精神生活和物质生活水平日趋现代化，电力行业也得到快速发展。为了保证社会的需要和人们生活的要求，就必须确保电网安全、稳定、科学经济地运行，为此要有一支业务素质过硬的电力职工队伍来保证，才能管好用好电气设备，提高电气设备的施工、运行、检修质量。为满足广大电力线路专业人员的需要，我们特编写了这套《电力线路实用技术丛书》。

全套书共分5册，分别为：《电力架空线路设计与施工》、《电力架空线路运行维护与带电作业》、《电缆图表手册》、《配电网实用技术》、《电力线路故障实例分析及防止措施》。

本套书编者是从事多年电力生产的一线专家，有着极其丰富的实践经验。在编写过程中，强调突出岗位实用的特点，深入浅出地介绍了本专业岗位应知应会的技术知识，重点是实际操作技能，尤其是对初学者起到“一学就会，拿来就用，立竿见影”的效果。

本套书严格按照国家现行标准、规程、规范进行组稿，内容丰富，系统全面，简明扼要，通俗易懂，便于自学，既有专业理论知识，又有岗位应知应会的基本技能知识，读者拥有这套书就能很快胜任本职工作。

本册书为《配电网实用技术》，主要讲述了配电网组成及经济供电、高压配电设备、配电变压器、架空配电线路、架空绝缘线路、地埋电力线路、电力电缆线路、配电网智能化、小区供电设计及实例介绍、电力无功补偿与并联电容器、配电设备的防雷、电气设备的接地等内容。

由于编者水平有限，书中可能存在不当或错误，敬请广大读者批评指正。

编 者

2011年6月

本书编写人员名单

主 编:	崔军朝	孟凡钟	陈 蕾		
副主编:	陈家斌	朱秀文	李强有	殷俊河	沈 磊
	张成模	王婷婷	赵 鹏	张建村	马 雁
	雷 鸣	张光明			
编 委:	方 富	吴 起	姜俊峰	张立民	冷 超
	王云浩	孟建峰	杨大冬	陈 钊	齐晓明
	常 建	李 楠	罗碧华	韩洪生	张宏宾
	牛新平	吴 璇			

目 录

前言

第一章 配电网组成及经济供电	(1)
第一节 配电网组成	(1)
第二节 城市配电网规划技术原则及接线形式	(5)
第三节 城市配电网设备	(11)
第四节 低压电网的供电制式	(17)
第五节 低压配电网接线方式及选择	(22)
第六节 供电负荷及电压要求	(29)
第七节 配电网经济供电	(32)
第二章 高压配电设备	(39)
第一节 高压配电设备选用	(39)
第二节 六氟化硫断路器	(48)
第三节 真空断路器	(54)
第四节 户外真空负荷隔离开关	(64)
第五节 隔离开关	(67)
第六节 高压熔断器	(71)
第七节 负荷开关	(75)
第八节 环网柜	(81)
第九节 自动重合器	(87)
第十节 分段器	(95)
第十一节 互感器	(98)
第十二节 高压成套配电装置	(106)
第三章 配电变压器	(118)
第一节 变压器的结构及技术数据	(118)
第二节 配电变压器容量的选择	(124)
第三节 配电变压器经济运行位置的确定	(127)
第四节 配电变压器的安装	(129)
第五节 配电变压器的保护	(134)
第六节 配电变压器的运行维护	(138)
第七节 配电变压器的经济运行	(147)
第八节 配电变压器的检修	(151)

第九节	变压器油	(159)
第十节	组合式箱变（变电站）	(162)
第四章	架空配电线路	(171)
第一节	架空配电线路的组成	(171)
第二节	架空配电线路的规划及设计	(180)
第三节	杆塔的选用	(182)
第四节	线间距离及横担选择	(184)
第五节	拉线的选择	(186)
第六节	绝缘子的选用	(188)
第七节	架空线路的施工	(193)
第八节	架空线路的维护	(204)
第五章	架空绝缘线路	(207)
第一节	架空绝缘线路元件	(207)
第二节	架空绝缘线路的施工	(214)
第三节	架空绝缘线路的运行维护	(232)
第六章	地埋电力线路	(233)
第一节	地埋线的结构及性能	(233)
第二节	地埋线路的设计	(235)
第三节	地埋线路的施工	(244)
第四节	地埋线路的运行维护	(250)
第七章	电力电缆线路	(254)
第一节	电力电缆结构及型号	(254)
第二节	电缆线路路径选择及敷设方式	(258)
第三节	电力电缆的选用	(261)
第四节	电缆常用附件	(266)
第五节	电缆线路的敷设安装	(269)
第六节	电缆线路的运行维护	(274)
第七节	电缆分接箱	(281)
第八章	配电网智能化	(289)
第一节	配电网智能化组成及要求	(289)
第二节	配电网智能化环网方案介绍	(295)
第三节	某配电智能化系统介绍	(301)
第九章	小区供电设计及实例介绍	(328)
第一节	小区供电规划设计	(328)
第二节	小区配电智能化供电方案介绍及比较	(333)
第三节	小区电网智能化供电实例介绍	(340)
第十章	电力无功补偿与并联电容器	(344)
第一节	电力负荷功率因数	(344)
第二节	并联电容器补偿无功功率的作用及方式	(346)

第三节	电力负荷无功补偿方法的确定	(350)
第四节	并联电容器的结构与技术数据	(352)
第五节	配电网无功补偿容量的选定	(356)
第六节	电容器的安装	(361)
第七节	电容器组的控制与保护	(363)
第八节	电容器的运行维护	(364)
第十一章	配电设备的防雷	(367)
第一节	雷电的形式及防雷措施	(367)
第二节	防雷设备	(368)
第三节	配电设备防雷与避雷器的选择	(373)
第四节	防雷设备的安装与维护	(377)
第十二章	电气设备的接地	(382)
第一节	电气接地的分类及作用	(382)
第二节	接地装置组成及配电设备的接地	(387)
第三节	电气接地电阻的要求	(392)
第四节	电气接地装置的安装	(395)
第五节	电气接地装置的运行维护	(405)

第一章 配电网组成及经济供电

电力网由发电机、变电所及配电网组成。除热电厂外，其他电厂都是建在燃料的产地或水力资源适宜的地方。因此，电厂距用电负荷可能很远。一般发电机出口电压都在22kV以下，由于传输过程中电能的损耗，要把这样低电压的电能，远距离输送是不可能的。为了减少损耗，提高传输能量，必须使用升压变压器将电压升至60kV以上，这样用高电压把电能送到预定地点，再经降压变压器把电压降至10~35kV，作为中压配电网的电压等级。然后再降至380/220V，供工业生产及居民生活用电。个别用户装有高压电机，电压等级多为3kV或6kV，也有10kV的。从发电机到用户的整套设备及过程，称为电力系统，见图1-1所示。

按照供电部门的专业分工，配电专业的管辖范围是由降压变电所或发电厂直配线的出线穿墙套管外口至用户入口。配电专业的人员直接服务于广大用户，是供电部门连接用户的纽带。

配电网络的构成，按照敷设方式可分为两种：

(1) 将导线用绝缘子与大地绝缘，架设在不同型式的支架上称为杆塔。这种方式架设的线路称为架空线路。架空线路分为裸导线线路、架空电缆及架空绝缘导线线路。

(2) 敷设在地下隧道或直接埋在地下的电缆（地埋线），这种线路称为电缆线路。

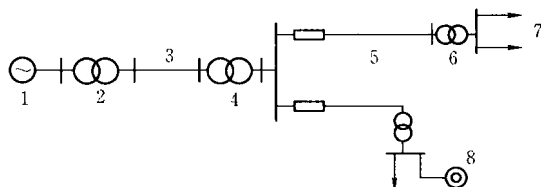


图 1-1 电力系统

1—发电机；2—升压变压器；3—输电线路；4—降压
变压器；5—配电线路；6—配电变压器；
7—低压线路；8—低压电器

第一节 配电网组成

配电线路是指电压在10kV及其以下的电力线路。按其电压高低可分为高压（1~10kV）和低电压（1kV以下）两种。目前高压配电线路额定电压以10kV为标准。随着电力网的发展，35kV或110kV也是高压配电线路的额定电压，低压配电线路则以380/220V为额定电压。

配电网元件包括：导线、绝缘子、横担、电杆、断路器、配电变压器、高压保险器、避雷器和接地装置等。

配电网络的规划，是一项技术性很强又很复杂的工作，因为它不仅要考虑网络布局合理，运行经济、可靠，也要考虑负荷的规划，特别是远景规划。系统的短路容量是设备选择的主要因素之一，在规划中要考虑到所选用的设备，到什么时候才需要更新。这些因素又涉及电压级次多少，采用开式网络还是闭式网络，低压采用辐射式网络还是网格式网络。近期规划既要满足近年的需要，合理改造利用现有网络中的某些元件，还要为远景规

划创造条件，特别是网架的建设。对资料的搜集、分析、负荷密度、负荷增长速度的规划，这些工作都要严肃认真的对待。

随着工业的发展，人民生活的不断提高，电力负荷将会有高速度的发展。相应地变电所数目越来越多，占用土地的矛盾日趋突出，变电站转入地下将成为发展趋势。

一、城市配电网的组成

一座城市供电可靠仅依靠配电网的建设是不够的，还必须与电源一并考虑。所以，城市电网包括供给这座城市的高压输变电工程及全部配电工程。一个合理可靠的城市电网，大致应如图 1-2 所示。最高电压等级的输电线路作为城市的外环。所有由发电厂来的线路都接在外环上，在外环上建一次变电所，把电压降到 110~220kV 送进城里，在城里设二次变电所，电压降到 10kV，作为沿街敷设的高压配电线路，以下简称配电线路。由图 1-2 可以看出，配电线路布置成环形网络，开口运行。低压（380/220V）采用了由多台变压器供电的网格格式网络。网格格式网络某点短路时，可能将短路点导线烧断，之后消除短路，不致中断电源。高压侧短路时，可能由低压侧供给一部分电源，但这要看高低压侧的保护水平，假如装有可靠的逆止装置，或者性能可靠而且配合合理的熔丝，这种弊病是可以防止的。总的看来，图 1-2 所示的城市配电网是建立在十分可靠的基础之上的，将电能送进负荷密度很大的市区内，达到配电网安全经济运行，保证电能质量及降低线损的目的。

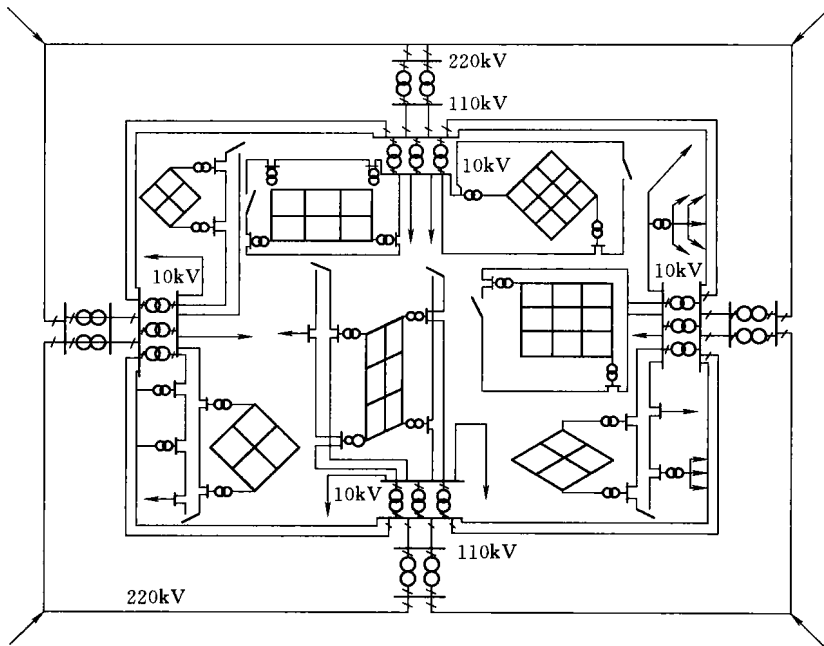


图 1-2 城市电网的组成示意图

二、配电网接线

中压网络的接线方式是很关键的，好的接线方式可使网络灵活机动、运行经济，可靠性高、易于维护及降低成本。因此，在方案设计中应结合本地区的具体情况，列出几种方案进行技术经济论证，择优选取。几种典型的接线方式如表 1-1 所示。

表 1-1

中压网络的接线模式

接线方式	接 线 图	说 明
单母线辐射式		结构简单, 可靠率低
单母线分段辐射式		电源来自同一变电所。对无双电源的大用户供电较为妥当。但用户进行并列操作时, 需得到调度同意
单母线辐射式带开闭所		可满足负载密集地区分线供电。而又缺少线路走廊的问题。是单电源较好的供电模式
拉手式网络		中压来自两条干线, 容易在现有的中压网络中实施。接线简单、工程量小, 节约投资, 可靠性高
环式网络带开闭所		适用于集中工业区及大型住宅区。由 110/10kV 变电所向网络供中压, 当开关元件故障时可在开闭所切换电源。末端开闭所近期可作保安电源, 也可为以后建二次变创造条件, 开闭所还可配出线
两侧供电的双回路树干式网络		可靠性比单侧供电的树干式网络有所提高。同时有两路电源
电源来自同一变电所的两段母线或两个变电所		作为住宅区各幢楼房的供电最为理想。作为中压网络供电亦非常合适
电源来自两个变电所或两条干线		设若干个分段开关, 正常时中间开关断开运行。任何开关间发生故障时, 进行倒闸操作就可甩掉故障段
开闭所 (开关站)		中压两路进线, 电源来自同一变电所, 母联开关可并列操作。还可在母线上配出若干回路供用户使用

（一）放射式供电网

1. 双回路放射式

供电可靠性要求较高的地区使用双回路放射式，接线见图 1-3 所示。

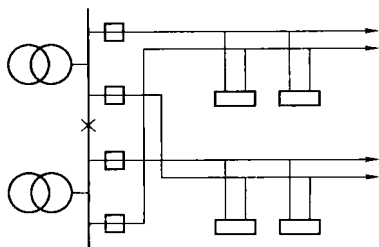


图 1-3 双回路放射供电接线

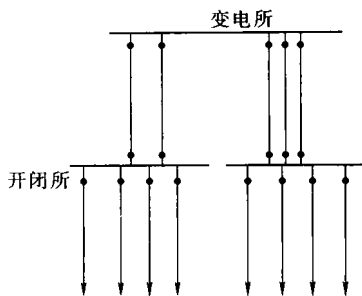


图 1-4 有开闭所的低压供电示意图

2. 带开闭所的放射式

常用于新建住宅楼群区，接线见图 1-4 所示。从变电所到低压开闭所的电缆可以两回线或三回线并联，从低压开闭所出来的电缆一般是放射式，也可以是双线放射式。

（二）普通环式供电网

只有一台配电变压器或几台属于同一中压电源的配电变压器供电的低压配电网，自己构成环式。这种接线在低压配电电缆某一点故障时可以不致造成用户长时间停电。一般用于住宅楼群区，敷设在 0.5m 深处的水泥槽内。用户入口处可安装开关或电缆分接插头。

（三）拉手环式供电网

由两个以上来自不同电源（不同变电所或同一变电所的不同母线段）的中压配电线路供电的多台配电变压器作为电源。这种接线可以保证低压配电网某段故障或检修时用户不停电，也可以保证低压变电所一侧全停、中压配电线路一回全停或中压变电所一侧母线全停时用户不停电，因此供电可靠性大大高于单电源的普通环式。但在事故情况下，还要短时间对用户停电。

（四）格式供电网

每个配电变压器周围的其他配电变压器的电源应来自不同中压变电所或同一中压变电所不同母线段的中压配电线路。见图 1-5 所示，分低压格网、低压变电所群、中压配电线路三个部分。格式低压网的特点是结构灵活，供电可靠性高，能随时随地立即接电，满足低压用户的负荷需要。

三、配电网保护

配电网保护装置的接线见图 1-6 所示。低压网保护器包括一台低压空气开关和控制其动作的继电器。主要功能是自动配合上一级变电所的中压配电线路出口断路器，来隔离中压配电线路或配电变压器发生的故障。这时由低压格网反馈流向配电变压器或中压配电线路故障点的电流将驱动低压网保护器的主继电器动作，使低压空气开关跳闸。另外还能自动断开例如配电变压器的励磁电流等较小的反向电流，以及当中压配电线路与配电变压器恢复供电后有条件地自动合上低压空气开关，使配电变压器与低压格网接通。

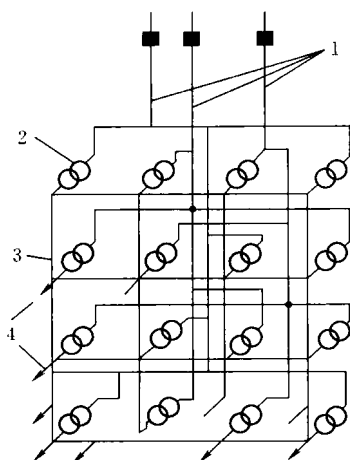


图 1-5 格式低压网接线

1—中压配电线路；2—配电变压器；
3—低压格网；4—负荷

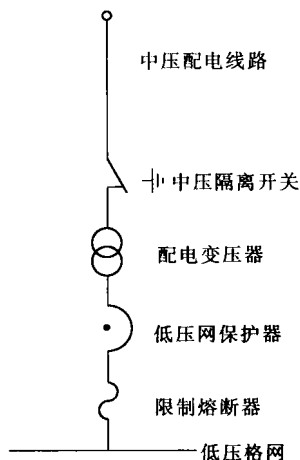


图 1-6 配电网保护装置接线

第二节 城市配电网规划技术原则及接线形式

城市配电网规划以城市总体发展规划为依据，强调其整体及长期的合理性和适应性。影响整个电网结构的技术原则，如电压等级、可靠性、变压器负载率、变电所最佳容量、一次接线方式和电网允许短路容量等，都应遵循既定“原则”，同时在具体条件下应有适当的灵活性。

一、城市配电网电压等级的优选

我国省会城市和沿海大中城市基本上已建成 220kV 超高压外环网或双网，基本上形成了 220/110/10/0.38kV 或 220/35/10/0.38kV 四级输配电电压，一般称 220kV 为送电电压，110、66、35kV 为高压配电电压，10kV 为中压配电电压，380/220V 为低压配电电压。各级电压电网的功能因城市规模不同而异，有的城市用 110kV 送电，而在特大城市电网中 220kV 兼有高压配电功能。

由于城市经济的迅速发展，电力负荷大幅度上升，有的城市负荷密度已达 3 万~4 万 kW/km²，个别小区高达几十万 kW/km²。所以，增大配电网容量是目前城网的突出任务，其中提高城网配电电压成为大家关注的问题。尽量简化城网的变压层次，有利于提高电网运行的经济效益和可靠性。同一电网各级电压要匹配合理，相邻两级电压差不应太小，此外还要考虑变压器容量大小的协调，以免上一级变电所因容量太大而使低压侧出线多而发生困难。

二、配电系统的可靠性要求

供电可靠性是指对用户连续供电的可靠程度。在城网规划中，应从满足电网供电安全和满足用户用电要求两方面来考虑。

(一) 满足“N-1”准则

高压变电所中失去任一回进线或一组降压变压器时，必须保证向下一级配电网供电；高压配电网中一条架空线或一条电缆，变电所中一组降压变压器发生故障停运时，在正常

情况下,故障段外不停电,不得发生电压过低,不允许设备过负荷,在计划停运情况下,又发生故障停运时,允许部分停电,但应在规定时间内恢复供电;低压电网中当一台变压器或电网发生故障时,允许部分停电,但应尽快将完好的区段在规定时间内切换至邻近电网恢复供电。

(二) 满足用户用电

两回路供电的用户,失去一回路后,应不停电;三回路供电的用户,失去一回路后,应不停电,再失去一回路后,应满足 50%~70%用电;一回路和多回路供电的用户电源全停电时,恢复供电的目标时间为一回路故障处理时间;开环网络中的用户,环网故障时需通过电网操作恢复供电的,其目标时间为操作所需时间。

确定时间原则是:负荷越大的用户,目标时间应越短。可分阶段规定目标时间。

由于考虑到我国各地区电网情况差别较大,以上规定中没有统一的量化指标。实际上,许多城市已按量化指标进行考核评估,如送电网的可靠性评估指标有:

电源及输电设备全部正常时电网供电能力 LSC_n , 单位为 MW; 电网储备系统 $FTR = \frac{LSC_n - L_{\max}}{L_{\max}}$, $L_{\max}$ 为电网最大预测负荷; 电网缺电时间期望值 $LOLE$, 单位为天/年; 电网电量不足期望值 $EENS$, 单位为 kWh/年; 电网缺电频率 $FLOL$, 单位为次/年。

(三) 配电网的可靠性评估指标

(1) 各负荷点、馈线、变电所及系统的缺电时间期望值 ($LOLE$)、电量不足期望值 ($EENS$);

(2) 与用户有关的系统平均断电频率 [$SAIFI$, 次/(户·年)]、系统年均断电时间 [$SAIDI$, 小时/(户·年)]、用户平均断电频率 [$CSIFI$, 次/(户·年)]、平均供电可用率 ($ASAI$, %) 和平均电量不足 [$AENS$, kWh/(户·年)]。

国际上发达国家用户供电可靠性在 99.99% 以上, 平均每年每户仅停电十几分钟。法国约 40s, 西欧北美部分国家为 2h, 即 99.977%。法国 EDF 电力公司规定了最低供电质量要求, 中低压用户一年内停电不能超过以下指标: 6 次长时间停电 (1min 以上); 30 次短时间停电 (15~30s); 70 次极短时间停电 (3~10s), 累计停电时间不得超过半小时。标准还将逐年提高。

我国和发达国家的差距很大。但我国城市电网用户对电能的要求却越来越高。由于计算机应用的普及、网络通信技术的发展、高层建筑林立以及居民家用电器的增多, 都要求有更高的供电连续性。电力部门要从各个方面采取措施, 提高供电质量, 满足用户要求。

三、一次接线方式

城网接线包括变电所接线和网络接线两部分 (有的城网还要考虑发电机上网接线方式), 而每一部分接线方式又取决于它所在的电压等级、电网的功能及其在系统中的地位。

供电可靠性是评价城网的又一重要指标, 一旦用电量达到“温饱”水平之后, 人们对供电的可靠性意识会越来越强。因为城市建筑日趋向高空发展, 大量超高层建筑的出现, 以计算机和现代通信为代表的大量现代化信息、控制网络的应用和发展, 以及居民对电的依赖程度的日益增加, 这些都对城网供配电可靠性和电能质量提高有更高要求。电网接线方式是决定可靠性的重要因素。

电网的灵活性、建设投资、占用空间、环境保护和城网自动化技术推广应用等都是评价城网接线方式的重要指标, 对具体接线起重要作用。

四、城市配电网接线形式

(一) 城市电网接线要求

对上级送电网的远景发展规划和布局要作详细了解，因为电源和电网是一个互为条件、互为因果的整体。

(1) 在考虑城网结构时，包括变电所落点、规模、线路布局和接线方式等，要有超前(20年或更长一点)观念。

(2) 城网要有稳定可靠的供电能力。不仅能保证正常的供电，还要有较强的接受外电能力，当网内电源或枢纽变电所发生事故停电时，能迅速从城网外得到补充电源。尽可能做到中心变电所所有来自不同地点的两个电源，至少满足“N-1”准则。

(3) 电网结构合理，层次分明。正常运行时应尽量减少电网潮流，更不应出现“兜圈子”，各级电压网络接线应层次分明。

(4) 灵活、应变能力强。电网结构应具有足够的“弹性”，有足够的设备容量，具备应付各种可能出现情况的应变能力。在制定各阶段网架方案时要考虑前后阶段之间的相关性，即发展过程中的过渡方式。可用动态规划法来编制网络发展规划。

(5) 网内大型发电机组上网方式应作技术经济论证，可以直接送到负荷中心的枢纽变电所，能减少发电厂出线数，减少网上潮流。

(6) 采取措施限制短路电流。由于城网发展很快，规模扩大，使网内开关电器已经不能承受当前的短路水平。电网分片结构是限制短路容量的有效措施，应根据电网规模，把城网分成相对独立的若干片，使各片的最大短路容量都在相应电压等级电气设备的允许值之内(220kV: $\leq 50\text{kA}$, 110kV: $\leq 25\text{kA}$, 63kV: $\leq 25\text{kA}$, 35kV: $\leq 24.7\text{kA}$, 10kV: 16~20.2kA)，同时各片之间又有足够的负荷转移能力，相互支援。

(7) 接线标准化，提高可靠性，减少维护、检修费用。

(8) 简化接线，为自动化创造必要条件，减少占用城市空间，有利于环境保护。

(二) 城市电网接线方式

图 1-7 所示是一个多电源(点)供电的网络结构，通过断路器操作可形成 3 种供电方式：打开 A、B 和 C，即解列各电源，则成为袋型运行方式；相反，把 A、B 和 C 断路器全闭合，每变电所至少来自两个电源，则称为网孔型(mesked)；某些供电点打开，如闭合 A 或 B 或 C，则称为群型(groups)。

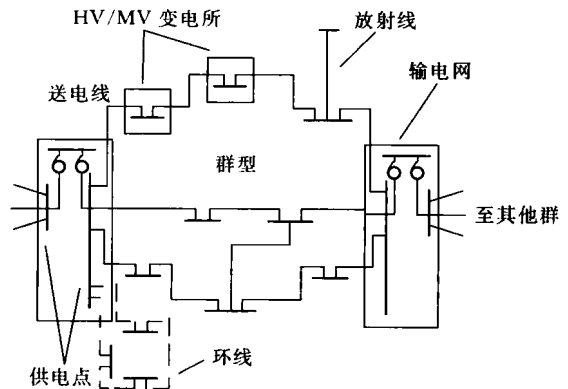
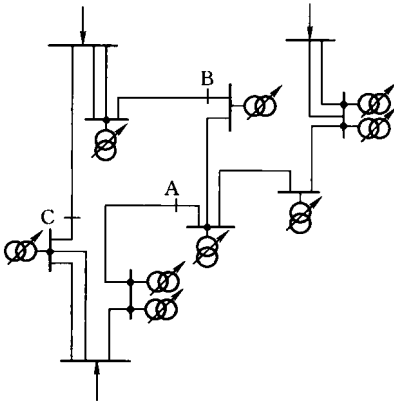


图 1-8 所示是群型接线网络，主要接线包含环形和放射形接线。群型接线实际上和采用环型的接线类似，由于是两端电源供电，故其可靠性很高。

图 1-9 (a) 所示是某电网接线示意图，该市城网的上级 400kV 送电网为双环接线，有 6 座 400/225kV 降压变电所通过 12 座枢纽变电所向市区供电，市区有 225/20kV 变电所 42 座，变电所密度很高，网络结构紧凑。该城网 400kV、225kV 电网和高/中压配电变电所之间的具体接线，225/20kV 变电所和 400/225kV 变电所至少有两个电源，而 H/M 配电所根据需要可构成袋型、群型或网孔型。该市区全用电缆线，郊区用架空线把 400kV 降压变电所和城区电网连接。

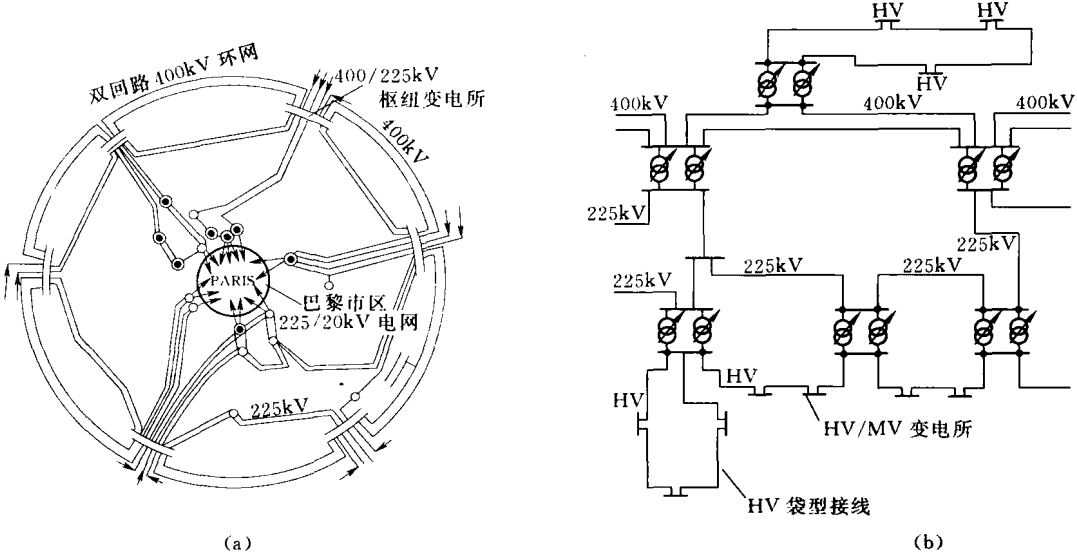


图 1-9 国外某电网接线
(a) 某电网示意图；(b) 某电网中压仿锤形电网接线

图 1-9 (b) 所示是中压电网采用的仿锤形接线，即双侧电源，正常时单电源运行，当工作电源失电时另一侧电源自动闭合。

图 1-10 所示为某市各级电压电网接线图，称为“4×6”网络。高压输电网成“条形”，接线简单。

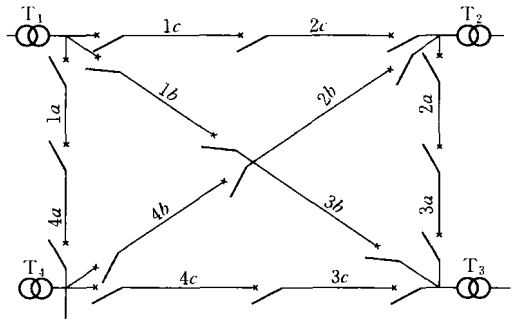


图 1-10 某电网接线
(某“4×6”网络接线)

(三) 10kV 配电网

10kV 中压配电网由 10kV 配电装置、开关所、配电所和架空或电缆线路等部分组成，其功能是将电力安全、可靠、经济、合理地分配到用户。一般城市的网络由架空线和电缆混合组成。中压配电网按变电所的布局、参照行政区管辖划分成若干相对独立的分区配电网，各分区网有明确的供电范围，不交叉供电。为了保证中压配电网的供电可靠性，每一个分区配电网应是多供电点（电源），满足“N-1”安全准则，即任一个 10kV 配电

柜计划检修停运时，仍能保持向用户继续供电、不过负荷、不限电。

中压配电网应有一定的备用容量，一般有 $1/3$ 裕度，过渡期间，应留 $1/2$ 裕度，当负荷转移时不致使配电网中的元件过负荷，分别称满足“3-1”和“2-1”要求。有很多具体方案可供比较参考。

1. 树干式接线（图 1-11 所示）

树干式接线方式适用于城市架空线、非重要用户和郊区。干线可以分段，其原则是：一般主干线分为 2~3 段，负荷较密地区 1km 分 1 段，远郊区按所接配电变压器容量每 2~3MVA 分 1 段，以缩小事故和检修停电范围。

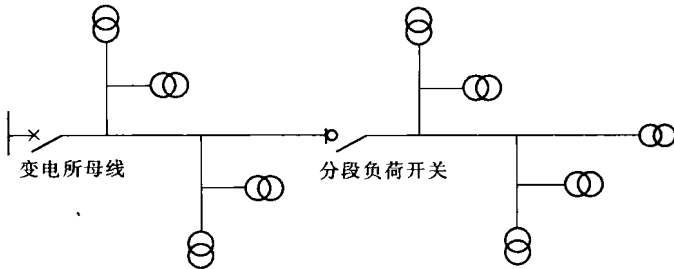


图 1-11 树干式接线

2. 双电源双“T”接线（图 1-12 所示）

双电源双“T”接线方式适用于市区负荷密度较大的重要用户。在市区电缆沿街道并行敷设，可以沿线落点，每一个配电变压器可从两回电缆线取得电源，其中一回为备用。电缆发生故障时，允许有较长的时间寻找故障点和处理故障。

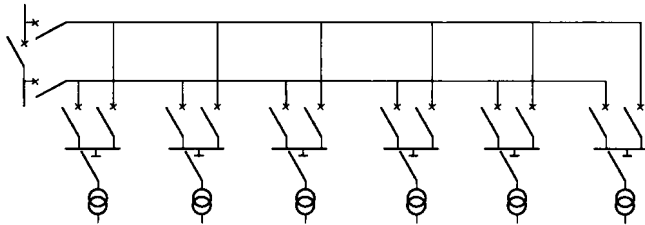


图 1-12 双电源双“T”接线

3. 环型接线

(1) 单环型接线 [图 1-13 (a) 所示]。电缆线路普遍采用环型结构开环运行的方式。这种接线方式简单清晰。当环网中任一段电缆故障时，可以倒送电，环网中的断路器，电缆备用容量为 50%，正常时最大负荷只能达到该电缆安全载流量的 $1/2$ 。电源可以取自两个不同变电所的母线，可靠性更高，没有条件时也可取自同一段母线，可靠性也相应降低。

(2) 双环型接线 [图 1-13 (b) 所示]。每台配电变压器可从两个独立环取得电源，使电网运行更灵活、更可靠。

4. 三电源环型接线

三电源环型接线方式可靠性更高，适合高密度负荷区的配电网接线。网络有 3 个电源

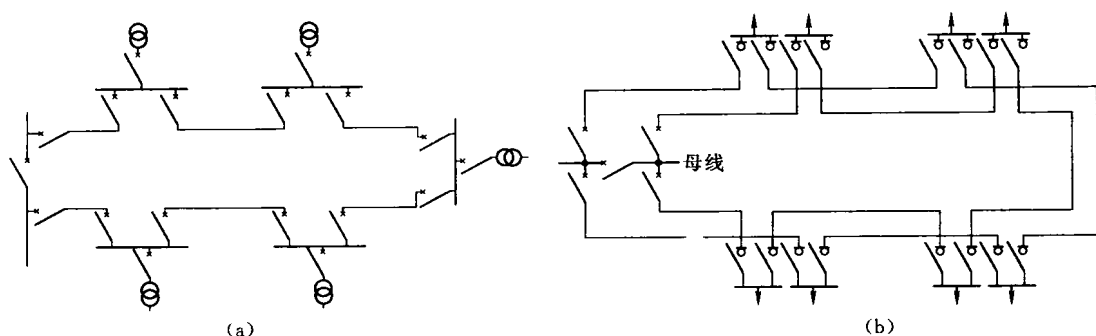


图 1-13 环型接线

(a) 单环型接线; (b) 双环型接线

(可以取自同一变电所的 3 段母线或不同变电所), 当失去一个电源时, 网络全部负荷由其余两个电源供电, 有几种接线方式。

(1) 三供一备接线 [图 1-14 (a) 所示]。回路 I、II、III 分别取自不同变电所或同一变电所的不同主变压器。正常时, 各回路供给本回路用户, 当一回故障时, 由备用回路承担故障回路负荷。与 3 个独立的环型接线 [图 1-13 (a) 所示] 相比, 提高了电缆利用率 (由 $1/2$ 提高至 $3/4$)。当一个用户的容量较大、配电室较多时, 宜采用此种接线。根据情况可适当再增加主供电回路, 如四供一备, 可以节省电缆和 10kV 出线柜的投资。根据用户的地理位置及竣工时间的不同, 组网顺序可随机掌握, 一般应先建备用电源回路。

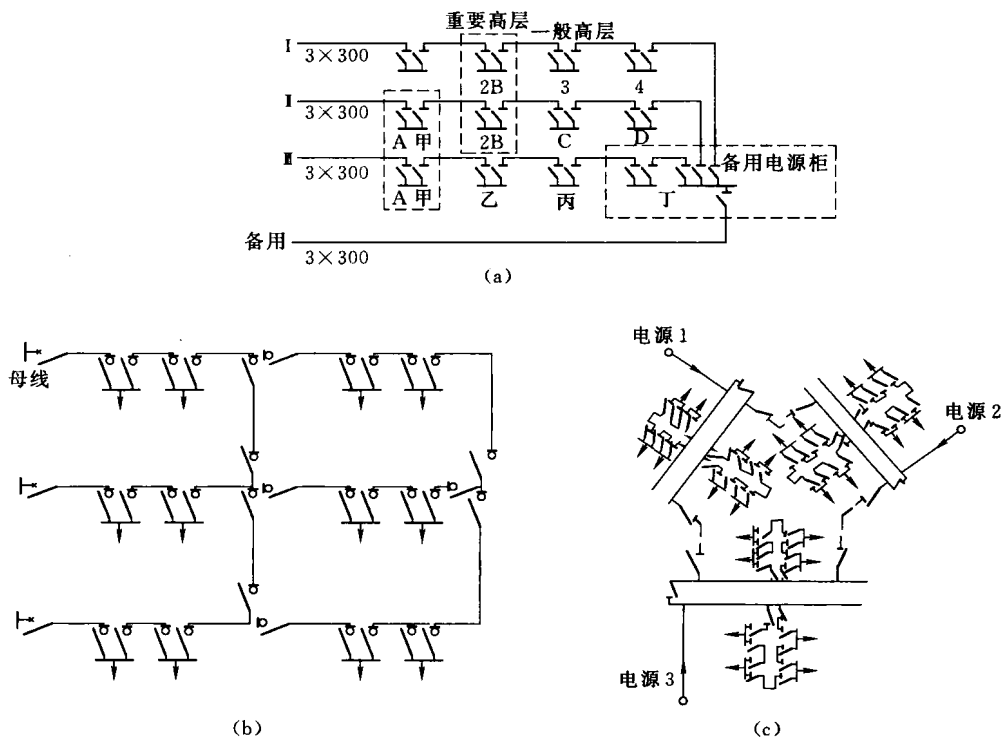


图 1-14 三电源环型接线

(a) 三供一备接线; (b) 分段连接线; (c) 分片配电网络接线