



普通高等教育高职高专“十二五”规划教材 电气类

配电系统自动化

主 编 张志刚 熊 巍



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



普通高等教育高职高专“十二五”规划教材 电气类

配电系统自动化

主 编 张志刚 熊 巍
副主编 邓海鹰 罗宇强 刘志远
程天龙



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

《配电系统自动化》是一本面向电气自动化类专业的配电自动化技术教材。共分为7章,第1章概述,介绍了配电自动化的基本概念和应用领域等;第2章通信系统,对配电自动化系统的通信系统进行了比较详细的阐述;第3章变电站综合自动化系统,对变电站综合自动化系统的发展趋势、主要功能和结构特点、RTU的输入输出通道,数据处理方面进行了介绍;第4章馈线自动化、第5章配电网SCADA系统,对馈线自动化、配电网SCADA系统等方面进行了阐述;第6章配电地理信息系统、第7章配电管理系统,对目前的配电地理信息系统、配电管理系统的结构、应用等进行了介绍。每章后面都附有习题,以帮助读者理解和较全面地掌握配电自动化的理论及应用知识。

本教材可作为高职院校电气类专业学生的教材,也可作为从事配电自动化方面工作的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

配电系统自动化 / 张志刚, 熊巍主编. — 北京 :
中国水利水电出版社, 2015. 8
普通高等教育高职高专“十二五”规划教材. 电气类
ISBN 978-7-5170-3642-5

I. ①配… II. ①张… ②熊… III. ①配电系统—自
动化技术—高等职业教育—教材 IV. ①TM727

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第217907号

书 名	普通高等教育高职高专“十二五”规划教材 电气类 配电系统自动化
作 者	张志刚 熊巍 主编
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	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 8印张 190千字
版 次	2015年8月第1版 2015年8月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	20.00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



配电自动化技术是利用现代电子、计算机、通信及网络技术的重要配电技术，也是一个复杂性与综合性极高的系统工程。其目的是提高供电可靠性，改进电能质量，向用户提供优质服务，降低运行费用，减轻运行人员的劳动强度。在工业发达国家中，配电系统自动化受到了广泛地重视，美国、日本、德国、法国等国家的配电系统自动化，已经形成了集变电站自动化、馈线分段开关测控、电容器组调节控制、用户负荷控制和远方抄表等系统于一体的配电网管理系统（DMS）。

目前，我国有近百个城市的供电企业实施了各具特色的配电网自动化系统，取得了初步成绩。但是，要解决我国配电自动化中的技术难点仍然任重而道远。

配电自动化的发展大致分为三个阶段：

第一阶段是基于自动化开关设备相互配合的配电自动化阶段，主要设备为重合器和分段器等，不需要建设通信网络和计算机系统。其主要功能是在故障时通过自动化开关设备相互配合实现故障隔离和健全区域恢复供电。这一阶段的配电自动化系统局限在自动重合器和备用电源自动投入装置。自动化程度较低，这些系统目前仍大量应用。

第二阶段的配电自动化系统是基于通信网络、馈线终端单元和后台计算机网络的配电自动化系统，在配电网正常运行时也能起到监视配电网运行状况和遥控改变运行方式的作用，故障时能及时察觉。并由调度员通过遥控隔离故障区域和恢复健全区域供电。

第三阶段的配电自动化系统是在第二阶段的配电自动化系统的基础上增加了自动控制功能。形成了集配电网 SCADA 系统、配电地理信息系统、需求侧管理（DSM）、调度员仿真调度、故障呼叫服务系统和工作管理等一体化的综合自动化系统，形成了集变电所自动化、馈线分段开关测控、电容器组调节控制、用户负荷控制和远方抄表等系统于一体的配电网管理系统（DMS）。

本教材从配电网通信系统、变电站综合自动化系统、馈线自动化、配电网 SCADA 系统、配电地理信息系统、配电管理系统等几方面对目前的配网自动化进行了介绍。全书由张志刚统稿，第 1 章～第 3 章由熊巍、程天龙编写；第

4 章、第 5 章由张志刚、邓海鹰、罗宇强编写；第 6 章、第 7 章由刘志远编写。

配电网自动化系统是配电网未来的发展趋势，但实施配电网自动化过程中仍面临解决一些技术难点问题。教材在编写过程中参考了目前国内、外的一些最新成果和实际应用，书中难免会有疏漏和错误，恳切希望广大读者批评指正。

编 者

2015 年 7 月

目 录



前言

第 1 章 概述	1
1.1 电力系统的基本概念	1
1.2 配电网的基本概念	3
1.3 配电网自动化的现状与发展	8
习题与思考题	14
第 2 章 通信系统	15
2.1 配电自动化通信系统的层次	15
2.2 配电网自动化对通信系统的要求	16
2.3 通信系统的组成和分类	17
2.4 配电网自动化的多种通信方式	19
2.5 配电网自动化系统通信方案	37
习题与思考题	39
第 3 章 变电站综合自动化系统	40
3.1 远动终端的发展	40
3.2 RTU 的主要功能和结构	41
3.3 RTU 的各输入输出通道	45
3.4 RTU 的数据处理	47
3.5 配电变电站中的 RTU 需考虑的问题	49
3.6 变电站综合自动化系统	49
习题与思考题	54
第 4 章 馈线自动化	55
4.1 概述	55
4.2 重合器	58
4.3 分段器	65
4.4 远方终端单元	69
4.5 当地控制方式	71
4.6 远方控制方式	77
习题与思考题	78
第 5 章 配电网 SCADA 系统	80
5.1 概述	80

5.2 配电 SCADA 系统的特点	81
5.3 配电 SCADA 系统的平台功能	84
习题与思考题	99
第 6 章 配电地理信息系统	100
6.1 地理信息系统	100
6.2 配电地理信息系统的组成	102
6.3 配电地理信息系统与配电 SCADA 系统的集成	105
习题与思考题	106
第 7 章 配电管理系统	107
7.1 负荷控制和管理意义	107
7.2 负荷控制和方法	110
7.3 负荷控制中控制的信号传输技术	112
7.4 抄表技术概述	114
7.5 远程自动抄表技术	115
习题与思考题	120
参考文献	121

第 1 章 概 述

1.1 电力系统的基本概念

1.1.1 电力系统的组成

电能是现代人类社会中最重要、最方便的能源。电能具有许多优点，它可以方便地转化为别种形式的能，例如机械能、热能、光能、化学能等；它的输送和分配易于实现；它的应用规模也很灵活。因此，电能被广泛地应用于工农业、交通运输业、商业贸易、通信以及人民的日常生活中。由发电、输电、变电、配电和用电等环节组成的电能生产与消费系统，称为电路系统。它的功能是将自然界的一次能源通过发电动力装置转化成电能，再经输电、变电和配电将电能供应到各用户。为实现这一功能，电力系统在各个环节和不同层次还具有相应的信息与控制系统，对电能的生产过程进行测量、调节、控制、保护、通信和调度，以保证用户获得安全、经济、优质的电能。

图 1.1 所示为一个简单电力系统的电力生产和使用过程示意图。

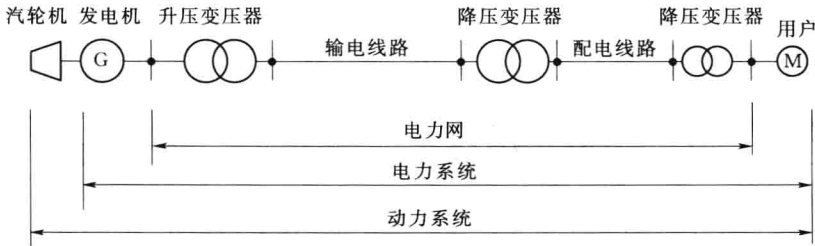


图 1.1 简单电力系统示意图

这些由发电厂、升压变电站、输电线路、降压变电站及电力用户所组成的统一整体，称为电力系统。电力系统加上带动发电机转动的动力装置构成的整体称为动力系统。其中，由各类升压变电站、输电线路、降压变电站组成的电能传输和分配网络称为电力网。

现代的电力系统，都是由许多的发电厂、变电站和输电线路相互连接在一起构成联合运行的系统。联合运行的电力系统在技术和经济上比孤立运行的电力系统有很多明显的优势，可以采用大型机组降低造价和燃料消耗；各地方电网之间可以互相调剂调度支援电能，从而减少系统备用容量；还可以利用水火电厂之间的调节，达到错峰和调峰的目的，更加充分合理地利用能源来提高经济效益。如图 1.2 所示为有多个电源的电力系统示意图。

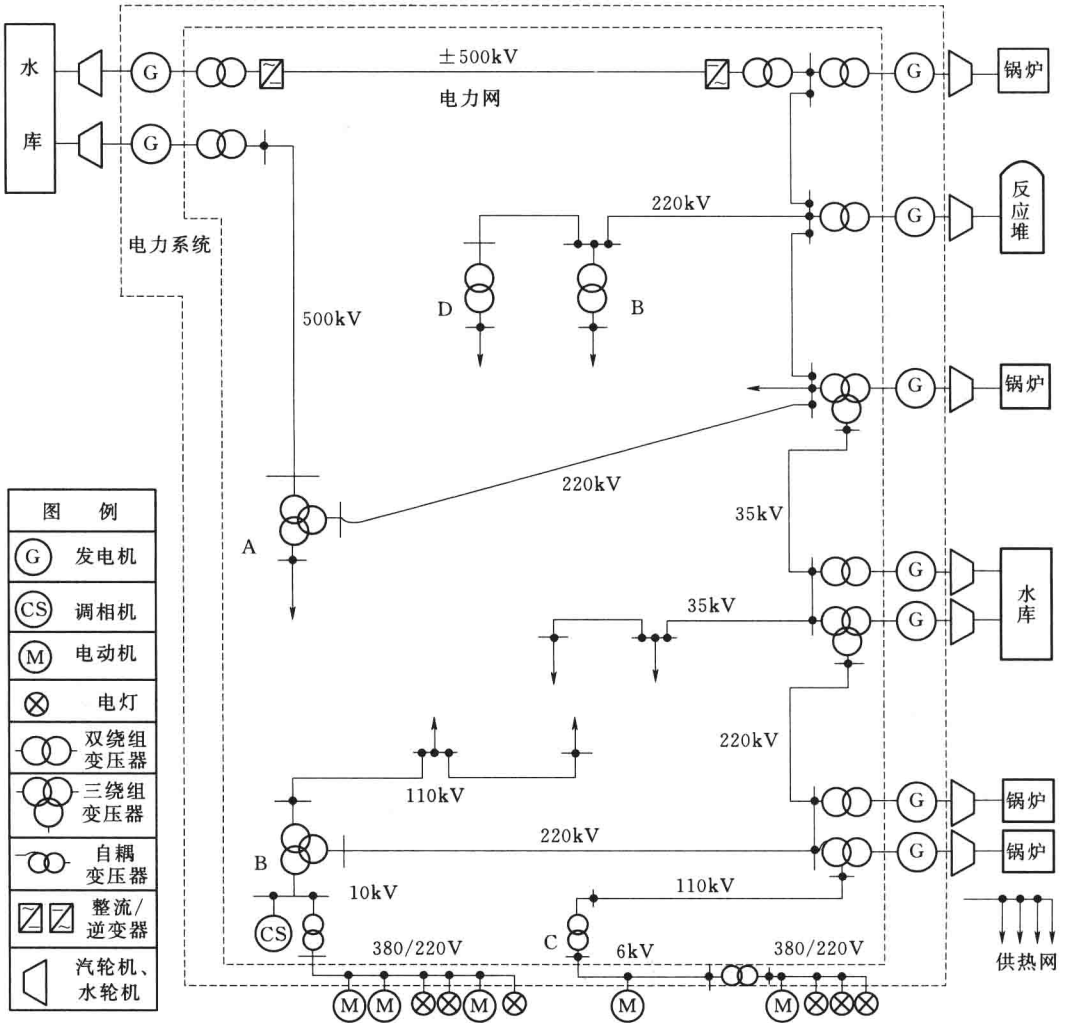


图 1.2 多电源电力系统示意图

1.1.2 电力系统运行生产的特点

电力系统是由电能的生产、输送、分配和消费等各环节组成的一个整体。与别的工业系统相比较，电力系统的运行具有如下的明显特点。

1. 电能不能大量存储

电能的生产、输送、分配和消费实际上是同时进行的。电力系统中发电厂在任何时刻发出的功率必须等于该时刻用电设备所需的功率、输送和分配环节中的功率损失之和。

2. 电力系统的暂态过程非常短促

电力系统中各个元件的投切和电能的输送过程几乎都在瞬间进行，即电力系统从一种运行状态到另一种运行状态的过渡极为迅速。

3. 与国民经济的各部门及人民生活有着极为密切的关系

供电的突然中断会带来严重的后果。如果电能供应不足或中断将直接影响工农业的生产，也会给人民生活带来诸多不便。



1.1.3 对电力系统的基本要求

对电力系统运行的基本要求有如下几点。

1. 保证安全可靠的供电

保证安全可靠地发、供电是对电力系统运行的首要要求。在运行过程中，供电的突然中断大多由事故引起，一旦供电中断将使工农业生产停顿、社会生活混乱，甚至会危害人身和设备安全，造成十分严重的后果。

2. 保证合格的电能质量

电能质量主要由交流电的频率、电压和波形等指标所决定，供给用户的电能必须满足电气设备对电能质量的要求，在规定的额定值允许变化范围之内。

3. 要有良好的经济性

为了提高电力系统运行的经济性，必须尽量地降低发电厂的煤耗率（水耗率）、厂用电率和电力网的损耗率。这就是说，要求在电能的生产、输送和分配过程中减少耗费、提高效率。为此，应做好规划设计，合理利用能源；采用高效率低损耗设备；采取措施降低网损；实行经济调度等。

4. 尽可能减小对生态环境的有害影响

目前我国火电厂装机占总装机容量的70%以上，在今后相当长一段时间内火电发电用一次能源仍以煤炭为主，煤炭燃烧会产生大量的二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物、粉尘和废渣等，这些排放物都会对生态环境造成有害影响。因此，限制污染物的排放量，使电能生产符合环境保护标准，也是对电力系统运行的一项基本要求。

总之，对电力系统的基本要求可以简单地概括为安全、可靠、优质、经济、环保。

1.2 配电网的基本概念

1.2.1 配电网定义及特点

在现代电力系统中，大型的发电厂往往远离负荷中心，发电厂发出的电能，一般要通过高压或超高压输电网络送到负荷中心，然后在负荷中心由电压等级较低的网络把电能分配到不同电压等级的用户。这种在电力网中与输电网络 and 用户相连，主要起分配电能作用的网络就称为配电网。一般110kV及以下线路和设备构成的电力网均可称为配电网。

在我国按电压等级来分，配电系统可分为高压配电网（35~110kV）、中压配电网（6~10kV）和低压配电网（220~380V），如图1.3虚线框内所示，虚线框外部为发电厂及输电网络。现代大、中城市的配电网，大部分从220kV及以上电网取得电源，再以10kV及以上线路伸入市区，在负荷密集、用电量很大的一些市区，已改用220kV线路伸入市区的供电方式。而建于市区负荷中心的降压变电站再将高压降为10kV或0.4kV电压后向用户供电，这部分电网一般由10kV线路、配电所、开闭所、箱式配电所、柱上变压器等组成，也就是我们所重点要讨论的中压配电网。

配电网按供电区的功能来分，又可分为城市配电网、农村配电网、工厂配电网等。不同的供电区配电网的特点也就不尽相同，总体来说配电网的特点一般有：深入城市中心和

居民密集点；传输功率和距离相对输电网来说一般不大；供电容量、用户性质、供电质量和可靠性要求千差万别，各不相同。因此，在实施配电自动化的过程中要了解负荷的性质、负荷的数量以保证各负荷不同的供电可靠性；在结构上，配电网最大的特点是作为电力网的末端而直接和用户相连，配电网结构的合理与否、自动化水平的高低直接影响到用户的用电质量和可靠性。

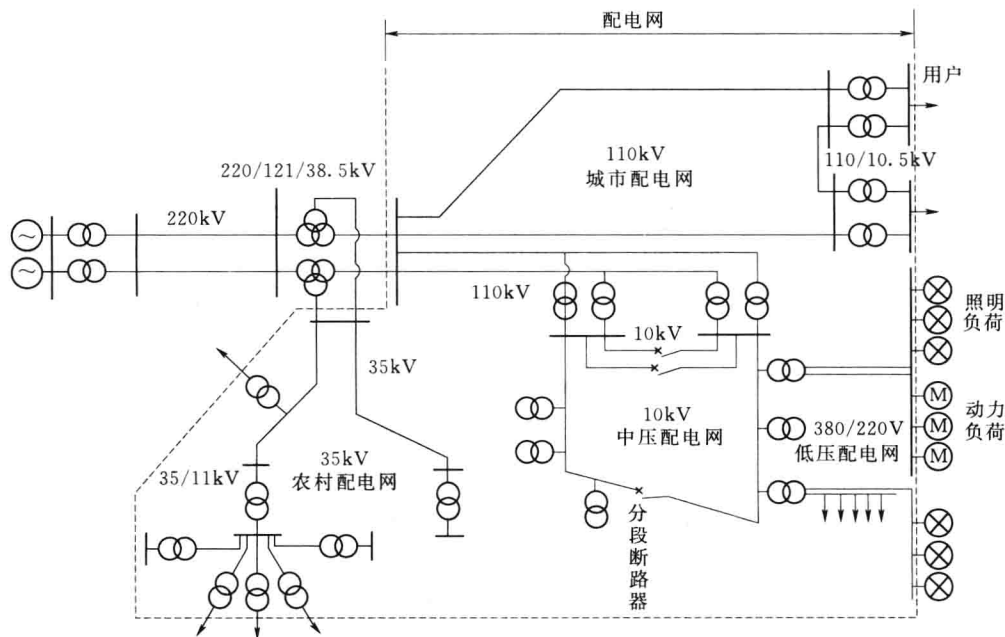


图 1.3 输电网与配电网示意图

我国配电网的另一重要特点是中性点不接地，在发生单相接地时仍允许供电一段时间。因此，我国在实施配电网自动化的过程中不能直接引进国外设备，而必须结合我国实际情况逐步加以改进。

1.2.2 配电网的接线方式

配电网的接线是由高、中、低压配电路和联系它们的变、配电所组成的。不管是农村配电网还是城市配电网，其接线方式根据供电可靠性的要求基本上可分为有备用和无备用两大类。无备用的接线方式，当任一回路故障就会使该回路用户停电。有备用的接线方式，符合 $n-1$ 原则的可靠性要求，一回线故障不会造成对用户停电。实际网络接线按配电路分为架空线路和地下电缆线路。

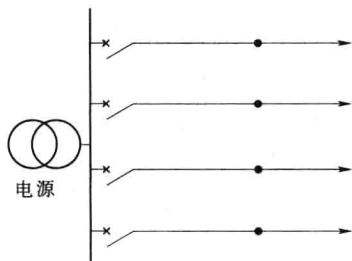


图 1.4 放射式供电接线原理图

架空路线主要有放射式、普通环式、拉手环式、双线放射式、双线拉手环式等五种。

1. 放射式

放射式结构如图 1.4 所示，线路末端没有其他能够联络的电源。这种中压配电网结构简单，投资较小，维



护方便，但是供电可靠性较低，只适合于农村、乡镇和小城市采用。

2. 普通环式

普通环式接线是在同一个中压变压器的供电范围内，把不同的两回中压配电线路的末端或中部连接起来构成环式网络，如图 1.5 所示。当中压变电站 10kV 侧采用单母线分段时，两回线路最好分别来自不同的母线段，这样只有中压变电站全停时，才会影响用户用电，而当中压变电站一母线停电检修时，用户可以不停电。这种配电网结构，投资比放射式要高些，但配电线路停电检修可以分段进行，停电范围要小得多。用户年平均停电小时数可以比放射式小些，适合于大中城市边缘，小城市、乡镇也可采用。

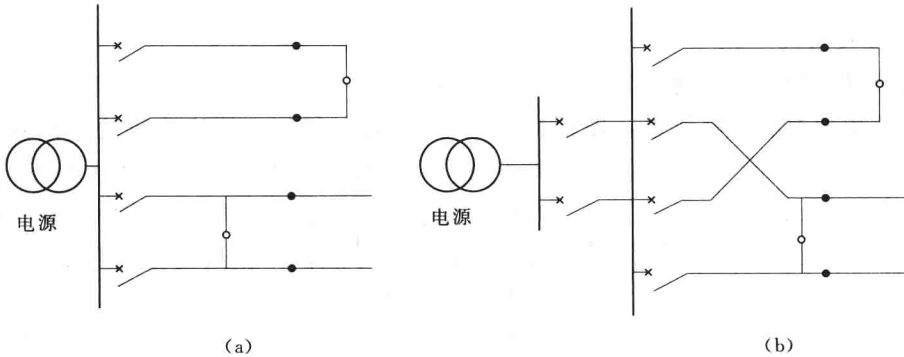


图 1.5 普通环式供电接线原理图

(a) 单母不分段；(b) 单母分段

3. 拉手环式

拉手环式的结构如图 1.6 所示。它与放射式的不同点在于每个中压变电站的一回主干线都和另一中压变电站的一回主干线接通，形成一个两端都有电源、环式设计、开式运行的主干线，任何一端都可以供给全线负荷。主干线上由若干分段点（一般是安装油浸、真空、产气、吹气等各种形式的开关）形成的各个分段中的任何一个分段停电时，都可以不影响其他各分段的停电。因此，配电线路停电检修时，可以分段进行，缩小停电范围，缩短停电时间；中压变电站全停电时，配电线路可以全部改由另一端电源供电，不影响用户用电。这种接线方式配电线路本身的投资并不一定比普通环式更高，但中压变电站的备用容量要适当增加，以负担其他中压变电站的负荷。实际经验证明，不管配电网的接线形式如何，一般情况下，中压变电站主变压器都需要留有 30% 的裕度，而这 30% 的裕度对拉手环式接线也已够用。当然，推荐的裕度要更高些为 40%。

拉手环式接线有两种运行方式，一种是各回主干线都在中间断开，由两端分别供电，如图 1.6 (a) 所示。这样线损较小，配电线路故障停电范围也较小，但在配电网线路开关操作实现远动和自动化前，中压变电站故障或检修时需要留有线路开关的倒闸操作时间。另一种是主干线的断开点设在主干线一端，即由中压变电站线路出口断路器断开，如图 1.6 (b) 所示。这样中压变电站故障或检修时可以迅速转移线路负荷，供电可靠性较高，但线损增加，是很不经济的。在实际应用时，应根据系统的具体情况因地制宜。

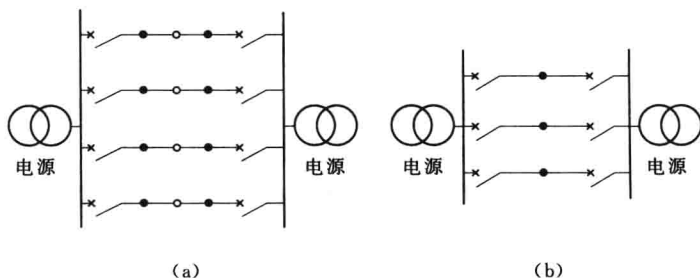


图 1.6 拉手环式供电接线原理图

(a) 中间断开式; (b) 末端断开式

4. 双线放射式

双线放射式的结构如图 1.7 所示。这种接线虽是一端供电，但每基电杆上都架有两回线路，每个用户都能两路供电，即常说的双“T”接，任何一回线路事故或检修停电时，都可由另一回线路供电。即使两回线路不是来自两个中压变电站，而是来自同一中压变电站 10kV 侧分段母线的不同母线段，也只有在这个中压变电站全停时，用户才会停电。但运行经验说明，同杆架设的两回架空线路和两回电缆线路不同，线路故障时，往往会影响到两回线路同时跳闸；而线路检修时，为了人身安全，又往往要求两回线路同时停电，供电可靠性并不一定比拉手环式高。因此最好两回线路不同杆架设，但路径又会遇到很多困难。这样结构造价较高，只适合于一般城市中的双电源用户。当然，对供电可靠性较高的著名旅游区、城市中心区也可采用这种结构，但这些地区往往要求采用电缆线路，不用架空线路。

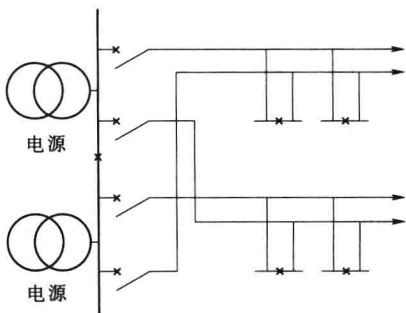


图 1.7 双线放射供电接线原理图

有的地方同杆架设两回架空线路，一回做普通线，一回做专用线，一般用户接在普通线上，重要用户接在专用线上。这样，由于电源不足限电时，可以只停普通用户，不停专业用户；但普通线的负荷很重，专业线的负荷很轻，从网的概念看是很不经济的。

5. 双线拉手环式

双线拉手环式的结构如图 1.8 所示。双“T”接，这种接线两端有电源，从理论上说，供电可靠性很高，但造价过高，很少采用，这里不做详细介绍。

地下电缆线路主要有多回路平行线式、普通环式、拉手环式、双路放射式、双路拉手环式等五种。

1. 多回路平行线式

多回路平行线式的结构如图 1.9 所示。这种接线适用于靠近中压变电站的 10kV 大用户末端集中负荷，可以不要备用电缆，提高电缆的利用系数。由于电缆的导线截面一般是按最大发热电流选择的，两回路时，正常每回路可带 50% 的负荷，三回路时 66.6%，四回路时 75%。这些回路一般都分别来自中压变电站 10kV 侧分段母线的不同母线段，只有

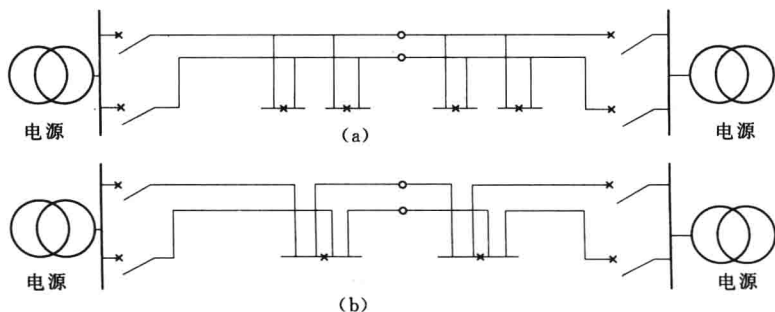


图 1.8 双线拉手环式供电接线原理图

中压变电站全停时用户才会停电，供电可靠性是较高的，年平均停电小时数可以做 20h 或更少些。

2. 普通环式

普通环式的结构如图 1.10 所示。单一电源供电，由电缆本身构成环式，以保证某段电缆故障时各个用户的用电。图中每个用户入口都要装设由负荷开关或电缆插头组成的“π”接进口设备。不论是负荷开关还是电缆插头都能保证在某一段电缆故障时，把它的两端断开，其他线路继续供电。

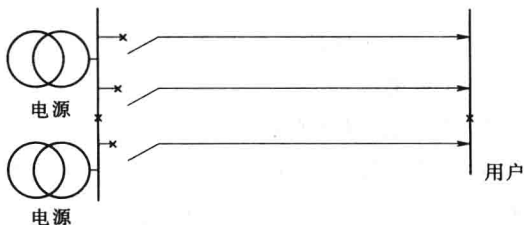


图 1.9 多回路平行供电接线原理图

由于电缆线路查找和排除故障要比架空线路需要更长的时间，一般总是设计成环式，“π”接，极少采用放射式。普通环式接线不能排除中压变电站停电对用户的影响，用户年平均停电小时数一般不宜低于 20h。

3. 拉手环式

拉手环式的结构如图 1.11 所示。它比上述普通环式多了一侧电源，中压变电站停电时，用户不受影响，每段电缆检修，用户也可不受影响，供电可靠性较高。但故障停电时人工倒闸会影响用户用电。

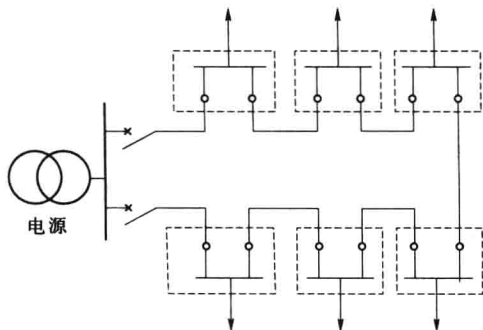


图 1.10 环式供电接线原理图

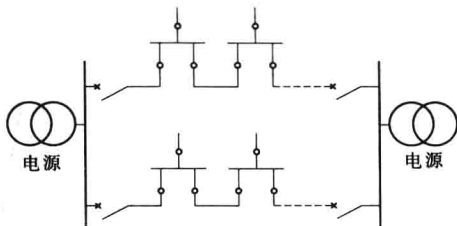


图 1.11 拉手环式电缆供电接线原理图

4. 双路放射式

双路放射式的结构如图 1.7 所示。由于电缆线路的特点，这种接线投资不比拉手环式

或普通环式高，而供电可靠性却高了许多。

5. 双路拉手环式

在拉手环式的基础上再增加一回线，形成双路拉手环式，结构如图 1.8 (b) 所示，双“ π ”接。这种接线方式对双电源用户基本上可以做到不停电，目前对某些重要用户已采用这种接线供电。

在一个中压配电网或一个中压变电站 10kV 侧的中压配电线中，并不需要全部采用架空线路或电缆线路，接线也不一定全部采用一种形式。例如城市配电网就可采用拉手环式；城市边缘和乡镇配电网就可采用普通环式和放射式；中压变电站邻近的末端集中负荷就可采用多回路平行线式；供电可靠性要求高的就可采用双线放射式或双线拉手环式。总之，一定要结合负荷情况，从实际出发。

另外，上述各种接线方式都避免不了故障时要停电，只是时间长短不一而已。要解决这个问题，单从接线方式着手是不行的，必须发展运动装置和智能原件，提高配电网的远动化和自动化。

1.2.3 我国配电网的现状

由于历史原因，我国在配电网投资方面一定阶段小于输电网投资，使配电网的建设和技术发展受到限制，特别是中低压配电网在建设方面存在无序和不合理等问题，并且供电可靠性差、设备落后、自动化水平低。我国配电网的发展明显滞后于发电、输电，在供电质量方面与国际先进水平也有一定差距。目前，用户遭受的停电时间，绝大部分是由于配电系统原因造成的。配电网落后也是造成电能质量恶化的主要因素，电力系统的损耗有近一半产生在配电网，我国配电网的自动化、智能化程度以及自愈和优化运行能力远低于输电网，因此智能配电网的建设已经成为我国电力产业发展的必然趋势。

1.3 配电网自动化的现状与发展

1.3.1 配电网自动化的定义

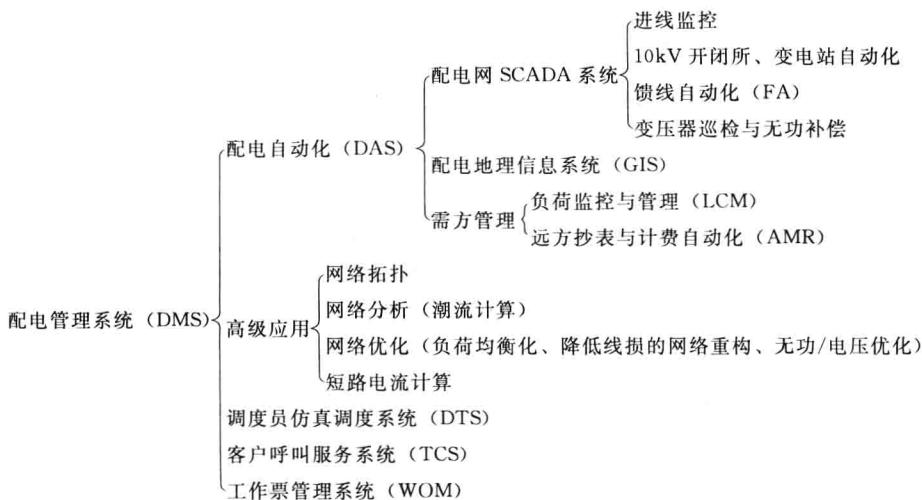
“配电网自动化”这一术语于 20 世纪 90 年代由美国提出。但由于各国配电网的发展速度、经历不同，因此目前国际上尚无统一的定义。我国电机工程学会城市供电专业委员会起草的《配电系统自动化规划设计导则》对配电网自动化做了定义：配电网自动化是利用现代计算机技术、自动控制技术、数据通信、数据存储、信息管理技术，将配电网的实时运行、电网结构、设备、用户以及地理图形等信息进行集成，构成完整的自动化系统，实现配电网运行监控及管理的自动化、信息化。其目的是提高供电可靠性，改善供电质量和服务质量，优化电网操作，提高供电企业的经济效益和企业管理水平，使供电企业和用户双方受益，体现企业的社会责任和社会效益。

1.3.2 配电网自动化的内容

为了与输电网自动化的能量管理系统 (EMS) 相对应，通常又把上述的这种能对变电、配电和用电过程进行监视、控制和管理的综合配电网自动化系统，称为配电管理系统



(Distribution Management System, DMS)。它所包括的内容如下所述：



1. 配电自动化系统

配电自动化系统 (Distribution Automation System, DAS) 是配电管理系统中最主要的内容, 它是一种可以使配电企业在远方以实时方式监视、协调和操作配电设备的自动化系统。它包括以下几个部分:

(1) 配电 SCADA 系统。即配电网数据采集和监控系统, 它采集安装在各个配电设备处的终端单元上报的实时数据, 并使调度员能够在控制中心遥控现场设备, 它一般包括数据库管理、数据采集、数据处理、远方监控、报警处理、历史数据管理以及报表生成等功能。SCADA 包括配网进线监控、配电变电站自动化、馈线自动化和配变巡检及低压无功补偿四个部分。其中, 配电网进线监控是完成对配电网进线变电所开关位置、保护动作信号、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 (Feeder Automation, FA) 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, 并实现线路开关的远方合闸和分闸操作以优化配网的运行方式, 从而达到充分发挥现有设备容量的目的; 在故障时获取故障信息, 并自动判别和隔离馈线故障区段以及恢复对非故障区域供电, 从而达到减小停电面积和缩短停电时间的目的; 在单相接地等异常情况下, 对单相接地区段的查找提供辅助手段。开闭所和配电变电站自动化 (Substation Automation, SA) 是完成对配网中 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。变压器巡检与无功补偿是指对配电网中箱式变、变台的参数进行远方监视以及对补偿电容器进行自动投切和远方投切等。

(2) 需求侧管理 (Demand Side Management, DSM)。DSM 是指电力的供需双方共同对用电市场进行管理, 以达到提高供电可靠性, 减少能源消耗及供需双方的费用支出目的。其内容包括负荷监控和管理以及远方抄表与计费自动化两个方面。其中, 负荷监控和管理 (Load Control Management, LCM), 是根据用户情况进行综合分析, 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,通过合理的电价结构引导用户转移负荷,平坦负荷曲线,降低运行成本,实现负荷均衡化。远方抄表与计费自动化(Automatic Meter Reading, AMR)是指通过各种通信手段读取远方用户电表数据,并将其传送至控制中心,自动生成电费报表或曲线等,它还能实现复费率和各项统计功能,提高营业管理现代化水平。

(3) 地理信息系统(Geographic Information System, GIS)。GIS是将配电网设备的地理位置与一些属性数据库(如用户信息、需方管理上报的实时数据等)结合,以便操作和管理人员更加直观地进行配电网的动态分析和运行管理。其内容主要包括:设备管理、用户信息系统、SCADA功能及故障信息显示等。其中,设备管理(Facilities Management, FM)是指将变电站、馈线、变压器、开关、电杆等设备的技术数据反映在地理背景图上,便于进行设备及其静态信息的查询、统计。用户信息系统(Customer Information System, CIS)是指借助GIS系统,对大量用户信息,如用户名称、地址、账号、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,而用电量和负荷的统计信息还可作为网络潮流分析的依据。SCADA功能及故障信息显示是指GIS通过调用CIS和SCADA功能迅速查明故障区域,对网络结构和供电、停电范围进行分析,选择合理的操作顺序和路径,并自动显示故障处理过程的进展信息。此外,GIS还可具有辅助配电网发展规划设计等功能。

2. 配电网高级应用软件

配电网高级应用软件(Distribution Performance Analysis System, DPAS)能使调度员有能力对各种运行方式下配电网的运行情况进行分析。其内容包括网络潮流分析、网络拓扑优化(如负荷均衡化、面向降低线损的网络重构、电压、无功综合优化等),通过以上手段可以达到降低运行成本、减少线损、改善电压质量等目的。此外,还包括故障情况下的短路电流计算等。

3. 调度员仿真调度系统

调度员仿真调度系统(Dispatcher Training System, DTS)是指通过应用软件对配电网的调度操作进行仿真,用模拟的操作代替真实的操作,用潮流计算的结果代替真实的操作结果。利用仿真调度功能,可以对某些特定的运行状况进行仿真或进入客户呼叫服务系统(Trouble Call System, TCS)可对用户的电话投诉进行处理,确定故障范围和类型,并帮助检修队及时到达现场排除故障,并报告用户故障处理情况以及预计恢复供电时间等。当然,客户呼叫服务系统也可以向用户提供有关电费、电价、电力法规和政策、检修停电计划等信息的查询服务。

4. 工作票管理系统

工作票管理系统(Work Orders Management, WOM)的任务是自动生成配电网施工建设、设备维修和巡视、故障处理以及运行方式调整等工作的操作步骤。

1.3.3 国外配电网自动化的现状及发展

国外自20世纪70年代起就进行了配电自动化技术的研究和应用,其发展经历了以下三个阶段,见表1.1。