

供电企业岗位技能培训教材

G O N G D I A N Q I Y E

GANGWEI JINENG
PEIXUNJIAOCAI

电力通信

山西省电力公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



供电企业岗位技能培训教材

电力通信

山西省电力公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内容提要

《供电企业岗位技能培训教材》丛书由山西省电力公司组织编写,该套教材的编撰贯彻了“以现场需求为导向,以提高技能为核心”的指导思想,立足现场、力求实用,旨在提高职工解决实际问题的能力。丛书第一批 11 个分册,包括变电运行、线路运行与维护、电网自动化、电网调度、继电保护、变电检修、用电检查、业扩报装、电能计量、抄表核算收费和 95598 客户服务;第二批 8 个分册,包括配电线路运行与维护、电力电缆、输配电线路带电作业、电力通信、农网营销、农网配电、电气试验和油务化验。

本书为《电力通信》分册,根据电力通信岗位相关知识与技能要求进行编写。全书共分六章,主要内容包括:基础知识,通信设备防雷接地,电力通信光缆架设及运行维护,通信设备安装,网管设备安装、操作规范,常规测试。每章后均附有复习思考题。

本书可作为供电企业电力通信专业技术人员的培训教材,也可供相关专业的技术与管理人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

电力通信/山西省电力公司组编. —北京:中国电力出版社, 2013. 10

供电企业岗位技能培训教材

ISBN 978-7-5123-3429-8

I. ①电… II. ①山… III. ①电力系统通信—技术培训—教材 IV. ① TM73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 200648 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 10 月第一版 2013 年 10 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 7.75 印张 180 千字

定价 22.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

《供电企业岗位技能培训教材》

编 委 会

主 任 王抒祥

副主任 曹福成 胡庆辉 王礼田 (常务)

委 员 张兴国 史更林 康成平 张 强 魏 琦

陈佩琳 左德锦 张薛鸿 霍建业 张雅明

楼鸿平 褚艳芳 王康宁 张文芳 崔作让

卢保喜 燕争上 丁少军 张学荣 韩海安

张占彪 赵文元 史小报 杨宇松 刘随胜

王文贤 王爱寿

主 编 丁少军

副主编 张冠昌 牛泓生 郭林虎

编 委 杨 澜 韩亚娟 齐 玮

王抒祥

《电力通信》编写组

组 长 燕争上

副 组 长 刘贤杰

成 员 米晓东 张军民 薛世平 李庆良

马保玉

主 编 马保玉

参 编 孙庆春 石云伟 王秋梅 张 霞

白 健 袁丽森 马亚运

电力工业是关系国计民生的基础能源产业,电网的稳定运行直接关系到国民经济的发展。2008年年初的南方冰雪灾害更让人们深刻体会到电网的安全运行对人民群众日常生活的重要性。当前,电力工业已进入大机组、高参数、高电压、高自动化的发展时期,新技术、新设备、新工艺不断涌现,现代电力企业对职工的专业技能水平提出了更高的要求。要实现国家电网公司“一强三优”的企业目标,广大的电力工作者就必须不断地学习新技术、新知识、新技能,全面提高自身的综合素质。

山西省电力公司一直高度重视职工的教育培训工作,把该项工作重点纳入企业的发展规划当中,不断加大培训的投入力度,努力创建学习型企业。为适应新形势下员工培训的需求,使员工培训做到有章可循、有据可依,山西省电力公司组织编写了《供电企业岗位技能培训教材》,内容涵盖了变电运行、线路运行与维护、变电检修、继电保护、电网调度、电网自动化、电力营销等专业领域。本套教材的编撰贯彻了“以现场需求为导向,以提高技能为核心”的指导思想,力求从实用角度出发,提高职工解决实际问题的能力,更适合一线职工学习和提高技能的需要。同以往的培训教材相比,本套教材具有以下特点:

(1) 在整套教材的编写中突出了对实际操作技能的要求,不再人为地划分初、中、高技术等级,不同技术等级的培训可以根据实际情况,从教材中选取相关内容。在每一章结束时,均附有复习思考题,对本章的重点和难点内容进行温故,便于读者自学参考。

(2) 教材的编写体现了为企业服务的原则,面向生产、面向实际,以提高岗位技能为导向,强调“缺什么补什么、干什么学什么”的原则。

(3) 教材力求更多地反映当前的新技术、新设备、新工艺以及有关生产管理、质量监督和专业技术发展动态的内容。

《供电企业岗位技能培训教材》的编写人员主要由山西省电力公司的技术专家、多年从事教学工作的高级讲师组成,在编写前期经过了充分地论证,编写过程中经过了数次审定、多次修改,历时数月,终于告罄。在此,谨希望本套教材的出版,对广大电力职工技能水平的提高起到一定的指导作用,为建设“一强三优”的现代企业作出更大的贡献!

王抒祥

2008年8月

电力通信是电力系统安全生产的重要支撑，担负着电力系统信息、远动、保护等信号的传输任务，在电网运行和坚强智能电网发展中发挥十分重要的重用。为使广大电力员工更好地理解 and 掌握电力通信知识，不断提高业务技能水平，维护电力通信网络安全稳定运行。我们按照山西省电力公司的总体部署，结合电力通信岗位要求和新技术、新设备的应用，编写了《供电企业岗位技能培训教材 电力通信》分册。本书以提高实际操作水平为重点，针对现场工作需求，对电力通信设备安装、运维、操作、测试等技术要领进行了梳理和归纳，内容涵盖基础知识、通信设备防雷、电力通信光缆架设及运维、通信设备安装、网管设备安装及操作规范、常规测试等。希望通过本书的出版能使广大读者受益。

由于电力通信技术发展迅速，实践经验有待进一步积累，书中难免存有疏漏，敬请广大读者批评指正。

编 者
2012 年 8 月

序
前言

第一章 基础知识	1
第一节 通信的概念	1
第二节 通信网的概念	7
第三节 电力线载波通信	10
第四节 电力光纤通信的概念	13
第五节 数字同步系列 SDH	17
第六节 DWDM 密集波分复用概念	20
第七节 多业务传送平台	22
第八节 自动交换光网络	23
复习思考题	24
第二章 通信设备防雷接地	25
第一节 接地的概念	25
第二节 通信站接地系统	27
第三节 通信机房接地及动力环境	28
复习思考题	30
第三章 电力通信光缆架设及运行维护	31
第一节 输电线路同杆架设光缆	31
第二节 变电站内光缆布放	38
第三节 光缆线路资料及竣工验收	41
第四节 光缆线路的日常巡检及维护管理	44
复习思考题	48
第四章 通信设备安装	49
第一节 工前准备	49
第二节 机柜安装及施工工艺	50
第三节 子架安装规范	54
第四节 线缆敷设规范	57
第五节 通信电源安装调试规范	60
第六节 传输设备安装调试作业规范	68
复习思考题	77
第五章 网管设备安装、操作规范	78
第一节 网管设备运行条件	78
第二节 各类网管操作规程	79
复习思考题	101

第六章 常规测试	102
第一节 光缆常用测试仪器	102
第二节 平均发送光功率测量	104
第三节 光接收灵敏度测量	105
第四节 光纤衰耗测量	105
第五节 光缆备纤测试	106
第六节 保护通道测试	109
复习思考题	114

附录一 基础附录

附录一 基础附录	第一章
附录二 基础附录	第二章
附录三 基础附录	第三章
附录四 基础附录	第四章
附录五 基础附录	第五章
附录六 基础附录	第六章
附录七 基础附录	第七章
附录八 基础附录	第八章
附录九 基础附录	第九章
附录十 基础附录	第十章
附录十一 基础附录	第十一章
附录十二 基础附录	第十二章
附录十三 基础附录	第十三章
附录十四 基础附录	第十四章
附录十五 基础附录	第十五章
附录十六 基础附录	第十六章
附录十七 基础附录	第十七章
附录十八 基础附录	第十八章
附录十九 基础附录	第十九章
附录二十 基础附录	第二十章
附录二十一 基础附录	第二十一章
附录二十二 基础附录	第二十二章
附录二十三 基础附录	第二十三章
附录二十四 基础附录	第二十四章
附录二十五 基础附录	第二十五章
附录二十六 基础附录	第二十六章
附录二十七 基础附录	第二十七章
附录二十八 基础附录	第二十八章
附录二十九 基础附录	第二十九章
附录三十 基础附录	第三十章
附录三十一 基础附录	第三十一章
附录三十二 基础附录	第三十二章
附录三十三 基础附录	第三十三章
附录三十四 基础附录	第三十四章
附录三十五 基础附录	第三十五章
附录三十六 基础附录	第三十六章
附录三十七 基础附录	第三十七章
附录三十八 基础附录	第三十八章
附录三十九 基础附录	第三十九章
附录四十 基础附录	第四十章
附录四十一 基础附录	第四十一章
附录四十二 基础附录	第四十二章
附录四十三 基础附录	第四十三章
附录四十四 基础附录	第四十四章
附录四十五 基础附录	第四十五章
附录四十六 基础附录	第四十六章
附录四十七 基础附录	第四十七章
附录四十八 基础附录	第四十八章
附录四十九 基础附录	第四十九章
附录五十 基础附录	第五十章
附录五十一 基础附录	第五十一章
附录五十二 基础附录	第五十二章
附录五十三 基础附录	第五十三章
附录五十四 基础附录	第五十四章
附录五十五 基础附录	第五十五章
附录五十六 基础附录	第五十六章
附录五十七 基础附录	第五十七章
附录五十八 基础附录	第五十八章
附录五十九 基础附录	第五十九章
附录六十 基础附录	第六十章
附录六十一 基础附录	第六十一章
附录六十二 基础附录	第六十二章
附录六十三 基础附录	第六十三章
附录六十四 基础附录	第六十四章
附录六十五 基础附录	第六十五章
附录六十六 基础附录	第六十六章
附录六十七 基础附录	第六十七章
附录六十八 基础附录	第六十八章
附录六十九 基础附录	第六十九章
附录七十 基础附录	第七十章
附录七十一 基础附录	第七十一章
附录七十二 基础附录	第七十二章
附录七十三 基础附录	第七十三章
附录七十四 基础附录	第七十四章
附录七十五 基础附录	第七十五章
附录七十六 基础附录	第七十六章
附录七十七 基础附录	第七十七章
附录七十八 基础附录	第七十八章
附录七十九 基础附录	第七十九章
附录八十 基础附录	第八十章
附录八十一 基础附录	第八十一章
附录八十二 基础附录	第八十二章
附录八十三 基础附录	第八十三章
附录八十四 基础附录	第八十四章
附录八十五 基础附录	第八十五章
附录八十六 基础附录	第八十六章
附录八十七 基础附录	第八十七章
附录八十八 基础附录	第八十八章
附录八十九 基础附录	第八十九章
附录九十 基础附录	第九十章
附录九十一 基础附录	第九十一章
附录九十二 基础附录	第九十二章
附录九十三 基础附录	第九十三章
附录九十四 基础附录	第九十四章
附录九十五 基础附录	第九十五章
附录九十六 基础附录	第九十六章
附录九十七 基础附录	第九十七章
附录九十八 基础附录	第九十八章
附录九十九 基础附录	第九十九章
附录一百 基础附录	第一百章



基础知识

第一节 通信的概念

一、通信的含义

所谓通信,即信息的传递和交换,就是将信息由信源传输至信宿的过程。信源是信息的发源地,或者说是信息的产生地。根据所产生的信息性质不同,信源可分为模拟信源和离散信源两类。模拟信源可通过抽样、量化变换成离散信源。随着数字通信的广泛应用,离散信源的种类和数量会越来越多。信宿是信息到达的目的地。信息的传递过程称为传输。传输是通过信道来实现的,信道也就是传输信号的通道,是传输媒介的总称。信道可以有线的,也可以是无线的。

信源的作用是把各种可用消息转换成原始电信号,如电话机、电视摄像机、计算机等终端设备输出的信息。

信宿是信息传输的归宿,其作用是将原始电信号复原或转换成相应的消息。所谓消息,就是原始的语音、图像、温度、重量、位移等。

二、通信的发展

通信自古以来有之,如飞鸽传书、响箭报警、狼烟告急、驿站快报等,称为通信的初级阶段,即语音文字阶段。19世纪30年代随着电报、电话机的发明,通信进入电通信阶段,通信不仅传递语音信息,同时还可传递文字信息。到19世纪末,简单的无线电收发信设备问世,开创了无线电通信的先河。到20世纪,随着电子管的问世和晶体管技术日新月异的发展,通信迈入电子信息时代,数字通信取代了传统的模拟通信,通信朝着宽带化、综合化和个性化发展,通信的内容在原有基础上纳入了音乐、图片、报纸等信息。时至今日,计算机技术迅猛发展,进一步推动了以因特网为代表的数字通信,一种新的集数据、文字、声音、图像于一体的多媒体通信走进人们的生活,可以在任何地点、任何时间完成人与机器、人与人之间的通信行为。随着科学水平的飞速发展,相继出现了无线电、固定电话、移动电话、互联网以及可视电话等各种通信方式。通信技术拉近了人与人之间的距离,提高了经济效率,深刻地改变了人类的生活方式和面貌。

三、通信模型

如图1-1所示,通信模型由发信端、信道、收信端三部分组成。发信端由信源和变换器组成。这里变换器的作用是将原始的非电消息变换成电信号,并对这种电信号进行调制、编码等处理,使其变换成适合某种具体信道传输的电信号。信道是传输信息的通道。噪声源是信道中的噪声以及分散在通信系统中其他各处的噪声的集中表示。收信端由反变换器和信宿组成。其中反变换器的基本功能是完成变换器的反变换,即进行解调、译码、解码等,其任务就是将原始信号从带有干扰的接收信号中正确地恢复出来。

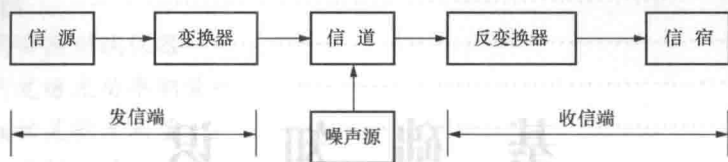


图 1-1 通信模型

四、通信分类

按传输介质不同，通信可分为铜线通信、载波通信、微波通信、卫星通信、光纤通信等；按传输信号的类别，又可分为模拟通信和数字通信。

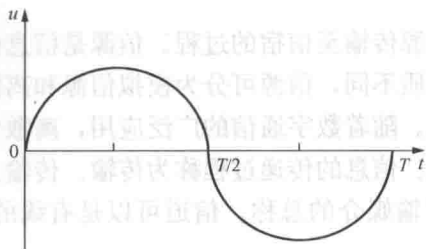


图 1-2 模拟信号（电信号）

(1) 模拟通信是利用正弦波的幅度、频率或相位的变化，或者利用脉冲的幅度、宽度或位置变化来模拟原始信号，以达到通信的目的。模拟通信传输的是模拟信号，即信源发出的信息在时间和幅度上是连续的（这里指的是电信号），如图 1-2 所示。

模拟信号幅度的取值是连续的（幅值可由无限个数值表示），同时在时间上也是连续的，如连续变化的图像（电视、传真）信号等，时间上离散的模拟信号是一种抽样信号。

(2) 模拟通信系统模型如图 1-3 所示。

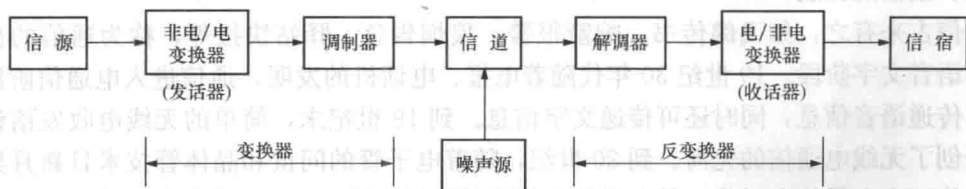


图 1-3 模拟通信系统模型

在模拟通信系统模型中，有两种变换：第一种变换是在发送端将非电信号变换为电信号并将该信号进行调制；第二种变换是在接收端将电信号进行解调，再变换为非电信号。即在发送端将连续消息变换成原始电信号，在接收端将收到的电信号反变换成连续信息。

所谓调制，即将原始电信号变换成其频带适合信道传输的信号。

所谓解调，即在接收端将信道中传输的信号还原成原始的电信号。

经过调制后的信号称为已调信号；发送端调制前和接收端解调后的信号称为基带信号。因此，原始电信号又称为基带信号，而已调信号则称为频带信号。

消息从发送端传递到接收端，除经过以上两种变换外，系统里还有滤波、放大、变频等过程，而上述两种变换和反变换是至关重要的，其余过程这里不做详细讨论。

(3) 数字通信是指利用数字信号传递消息的通信。数字信号是指信源发出的信息在时间和幅度上是离散的，如图 1-4 所示。

数字信号幅度的取值是离散的，其幅值表示被限制在有限个数值之内。如二进制码就是一种数字信号。二进制码受噪声的影响小，易于用数字电路进行处理，所以得到了广泛应用。

(4) 数字通信系统的模型。数字通信涉及的技术问题很多，主要有信源编码、信道编码、保密编码、数字调制、数字复接、同步问题等，如图 1-5 所示。

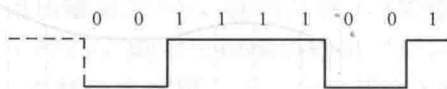


图 1-4 数字信号

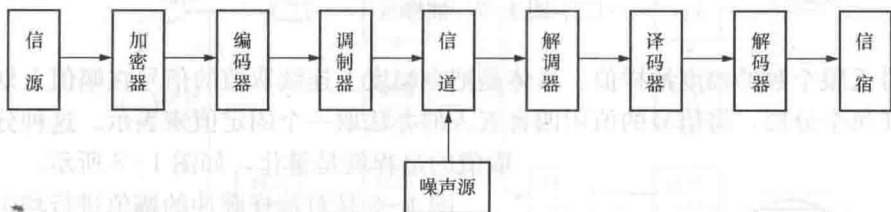


图 1-5 数字通信系统模型

五、数字信号的时分复用

所谓时分复用，即多路信号互不干扰地沿同一通道传输。多路复用是提高传输效率的主要方法。多路信号复用主要有频分复用和时分复用，其中频分复用用于模拟通信，时分复用用于数字通信。

时分复用是利用数字信号在时间上离散的特点，使各路信号在不同的时间段上进行传输，接收端在不同的时间段提取相对应的信号。也就是将时间均匀地分成若干时间间隙，将各路信号的传输时间分配到不同的时间间隙内，达到各路信号分开的目的，如图 1-6 所示。

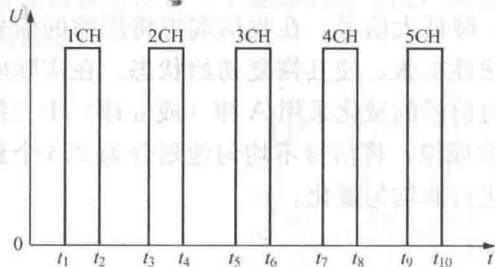


图 1-6 时分复用

现实中普通的通信信息多为模拟信号（如语音、视频等），而模拟信号要实现数字通信必须先将其数字化，模拟信号数字化的过程称为模/数（A/D）转换。A/D 转换是通过脉冲编码调制（PCM）来实现的。

六、PCM 的概念

PCM 是脉冲编码调制（pulse code modulation）的英文缩写，它是将模拟信号数字化的过程，即对模拟信号在时间和幅值上进行离散化处理，将其变为数字信号。具体过程包括抽样、量化、编码等步骤。

1. 抽样

所谓抽样就是将时间上连续的信号处理成时间上离散的信号的过程。如图 1-7 所示，对连续信号 $f(t)$ 每隔一段时间 T 抽取其一个瞬时峰值（抽样值），就得到一系列在时间上离散的信号 $f_s(t)$ 。显然，抽样是将模拟信号变成时间上离散的脉冲信号。

2. 量化

抽样后的脉冲信号虽然在时间上是离散的，但其在幅度上仍是连续的，为此它仍不是数字信号，还需在幅度的取值上做进一步的离散化处理，即量化。

量化就是将抽样后的脉冲信号在幅度上进行离散化，即用有限个数的幅度抽样值，替代

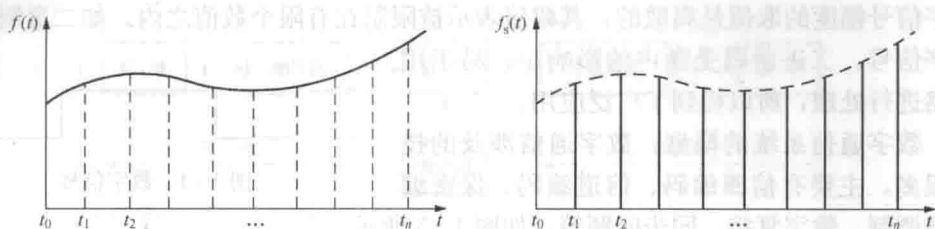


图 1-7 抽样

抽样脉冲信号无限个数的幅度抽样值。具体是把在幅度上连续取值的信号在幅值上划分成若干个分层，在每个分层，将信号的值用四舍五入的办法取一个固定值来表示。这种分级近似

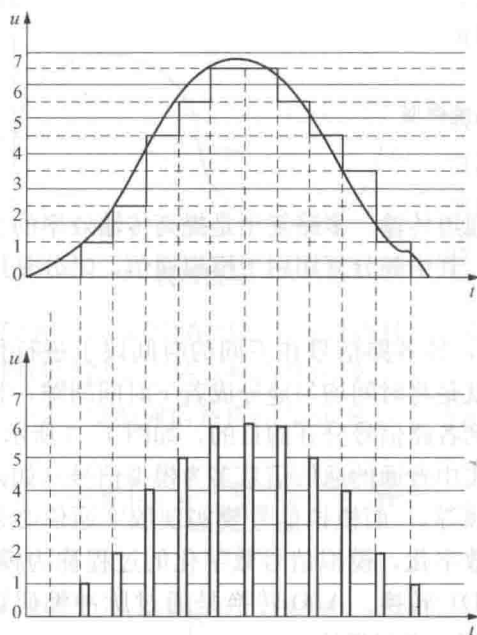


图 1-8 量化示意图

3. 编码与解码

所谓编码，是将量化后得到的数字信号（幅度抽样值）进行码组的过程；反之，将数字信号码组变换成对应幅度抽样值的过程称之为解码。编码的过程称作模/数变换，表示为 A/D；而解码的过程称作数/模变换，表示为 D/A。

通信设备中采用的逻辑元件为二进制逻辑器件，为此模/数变换时编码也按二进制逻辑进行。由于量化采用的是 A 律十三折线法，因而 256 个量化值用 8 位二进制码组表示。

(1) 编码的原理采用逐次比较法。利用该原理，通过逐次比较型线性编码器实现对量化幅值的编码，完成模/数变换。其过程如图 1-9 所示，图中各位编码电路中的幅度鉴别阈值和标准电压分别等于输入信号最大编码值的 $1/2$ 、 $1/4$ 、 $1/8$ 等。若最大编码值为 7，则各位编码电路的幅度鉴别阈值和标准电压为 $7/2$ 、 $7/4$ 、 $7/8$ ，即为 3.5、1.75、0.875V。那么当输入样值幅度为 4.8V，在送入第一位编码的延时电路和幅度鉴别电路时，因信号超过 3.5V 的鉴别阈值，则第一位编码脉冲电路输出“1”，并控制标准电压产生一个 3.5V 的脉冲电压。经过延时，4.8V 样值与 3.5V 标准电压相减，其差值为 1.3V。剩余输出的 1.3V 再送

入到第二位编码延时电路和幅度鉴别电路，由于 1.3V 小于第二位编码的判决阈值 1.75V ，则第二位编码输出逻辑“0”。此时第二位编码的标准电压输出为 0V ，同时又将 1.3V 送入到第三位编码，因 1.3V 超过第三位编码的判决阈值 0.875V ，则第三位编码输出“1”，然后经串并变换就得到编码输出为 101，这样就完成了一个样值的编码。下一个样值输入后，再进行下一组编码。

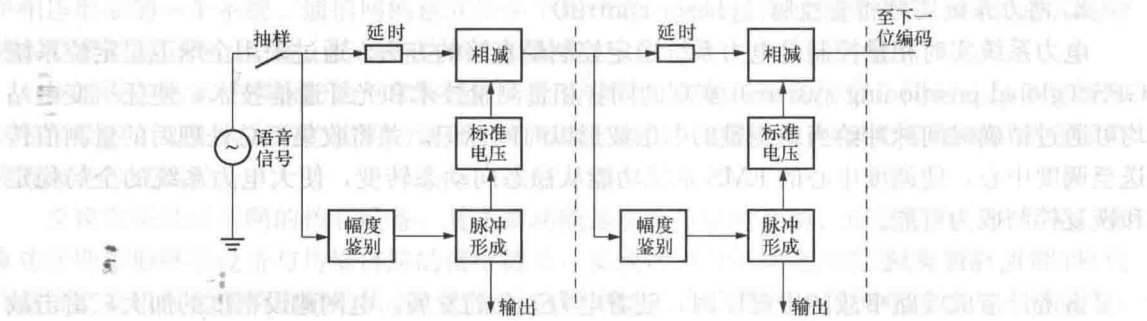


图 1-9 逐次比较法模/数变换

(2) 译码是将二进制数码变成模拟电压量的过程。图 1-10 所示为加权求和译码网络，在接收端首先将发送端来的一个码组进行串并变换，使码组中的每一位码同时到达译码网络，每一位码控制一个开关，当相应的码位 i 为二进制“1”时，则对应的 S_i ($i=1, 2, 3, \dots, n$) 倒向标准电源 E_0 ；反之，码位为二进制“0”时，则对应的开关就接地。因为图 1-10 是线性电阻网络，故可用叠加定理求得在负载电阻上的总的电压值。这样每个码组都会在负载上得到一个叠加的电压值，而这个电压值就是抽样、量化后的样值，从而实现了解码目的。

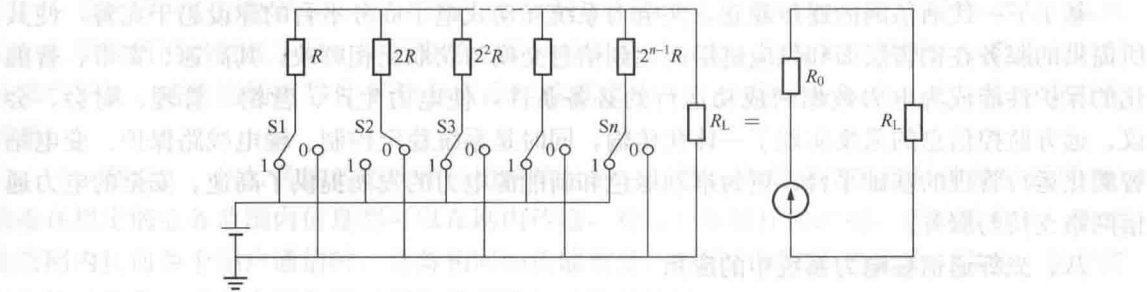


图 1-10 加权求和译码网络

七、电力系统通信

电力系统通信是电力行业内部专用的通信系统，主要由发电厂及变电站等电力部门、机构相互连接的传输系统和设在这些部门、机构的交换系统或终端设备构成。它是电网的重要组成部分，由电网的结构、运行模式等因素决定。

随着网络通信技术在电力行业内的广泛应用，电力通信对我国电网自动化控制、电网安全监视、稳定控制、生产营销及调度指挥系统时刻产生着深层次的影响。以下简要介绍电力通信网的扩展业务类型。

1. 电网安全监视和稳定控制

电力系统崩溃的根本原因是网络结构的薄弱性和不合理性,利用保护装置的投入(如及时定位线路故障点的线路故障测距装置、电流差动保护装置等),通过通信网络传递实时信息,实现在线监控,达到迅速判断输电线路事故,快速恢复电网运行,防止大面积停电的目的。

2. 电力系统实时相量控制 (phasor control)

电力系统实时相量控制是电力系统稳定控制最直接的方法。通过采用全球卫星定位系统 GPS (global positioning system) 实现的同步相量测量技术和光纤通信技术,使任一变电站均可通过精确时间脉冲给当地测量的电压波形以时间标记。并将收集汇总处理后的量测值传送到调度中心,使调度中心的 EMS 系统功能从稳态向动态转变,使大电力系统的全局稳定和恢复控制成为可能。

3. 雷电观测系统

雷击是造成线路事故的主要原因。随着电力工业的发展,电网建设密度的加大,雷击故障点的精确定位、轨迹跟踪及处理难度也随之提高。而遍及各变电站、边远区域的电力通信设施通过对所在区域雷电采集信息的透明传输,实现了对输电网沿线区域雷电活动的实时监测、快速定位,为快速处理电网故障提供决策。

4. 电网商业化运营方面

随着电力改革的不断深化,依托于全国电力通信联网工程的国家电网开放性电力市场商业化运营的逐步形成,为集成、拓展基于电力数据网的企业电子商务系统成为电力系统智能化发展的必然。电力通信在系统内的全面覆盖,使电力系统电子商务在电力市场中快捷、安全的交易成为现实。同时其安全、连续不间断的运行保障了电能的即时交易、用户的个性订制,既极大地改善了交易与服务,又降低了成本。

基于下一代通信网的逐步建立,使电力系统互动式电子商务平台的建设趋于完善,使其所提供的服务在销售层面和供应链层面达到信息交换与获取交相辉映。其高速、宽带、智能化的保护性能成为电力数据网成功运行的必备条件,使电力生产、营销、管理、财会、会议、远方监控信息的采集实现了一体化传输,同时是系统稳定控制、输电线路保护、变电站智能化运行管理的基础平台,更为推动绿色和新能源电力的发展提供了高速、安全的电力通信网络支持与服务。

八、光纤通信在电力系统中的应用

光纤通信技术使电力通信进入一个划时代的阶段,特别是“十一五”期间,随着国家建设坚强电网的一系列基础设施的投用,电网通信发生了跨越式发展,为电力生产运营雪崩式的信息需求提供了大容量、多方向、高可靠的骨干通信网平台。

当前,国家电网公司已制定的“十二五”规划中,要求在“十二五”期间进一步完善骨干通信网,建设配电通信网和用户通信网。在 2020 年末,电力通信网将建成冗灾能力强大,满足 $N-2$ 、 $N-3$ 状态下电网信息无时延链接。城市配电通信网络、用电通信网络实现台区、专用变压器用户和低压用户用电信息全覆盖、全采集,城乡用户及工矿企业将享有更高质量的用电服务。

第二节 通信网的概念

一、通信网的含义

通信网是指在一定范围内以终端设备、交换设备为点,以传输设备为线,按照一定的顺序相连形成的一个系统。通信网的建立使多个用户之间的信息沟通成为现实,构成通信网的基本要素是通信终端设备、传输链路和交换设备。

终端设备是通信网的起始点和终点,是通信模型中的信源和信宿,同时还包含变换和反变换装置,如在电力系统使用的调度电话终端、电量采集终端、视频监控终端、光纤保护装置等各种终端设备。

交换设备是通信网的核心设备,其主要功能是实现信息的交换、控制管理、执行等。交换功能即根据终端设备与传输链路的接续能力,实现信源与信宿之间的接续转换;控制管理功能即交换机根据通信流量的状态,有效地选择中继路由,进行通信流量控制与差错恢复;执行功能是完成各类业务的通信和变换等。

传输链路是网络节点的连接媒介,是信息的传输通道,由传送信息的传输媒介和一些变换及反变换装置组成。变换及反变换装置具有调制解调、分插复用等功能,使各类信息适合传输媒介有效传输。传输媒介有有线或无线传输线路,还有载波传输线路、数字微波传输系统、卫星传输系统和光纤传输系统。

二、衡量通信网质量的三要素

(1) 要素一:通信网连通的任意性与快速性。所谓通信网连通的任意性与快速性,是指通信网内的任一用户可快速地接通网内任一其他用户。若不能快速接通,会使用户信息的时效性降低,甚至使用户的信息失去价值。影响通信网连通的任意性与快速性的主要原因有三个:一是通信网络拓扑结构,不合理的网络结构导致转接次数增加,造成阻塞率大、延时长;二是通信网络资源不足,网络资源不足导致阻塞率增大,造成无法接通;三是通信网的可靠性不高,通信网的可靠性下降会造成传输链路中断,交换设备异常,设备失去应有的功能。

(2) 要素二:信号传输的透明性与传输质量的一致性。所谓通信网信号传输的透明性,是指在规定的业务范围内信息都可以在网内传输,对用户不加任何限制;传输质量的一致性是指网内任何两个用户通信时,具备相同的传输质量,与用户间的距离无关。为此,制定统一的传输质量标准并合理分配是提高通信质量的有效途径。

(3) 要素三:通信网络的可靠性与经济合理性。所谓通信网络的可靠性,泛指通信网的可靠性低下导致网络经常出现故障,以至于中断而无法运行,所以通信网的可靠性是至关重要的。而提高可靠性将导致网络成本增加,而高成本的运营不符合现实社会活动中对经济合理性的追求。

三、通信网的拓扑结构

通信网络中各节点(或称网元)之间互连的形式称为通信网的拓扑结构,描述通信网络拓扑结构的图称为网络拓扑图。网络拓扑图客观地反映了通信网络的构成,是研究分析通信网的重要方法。

现实中通信网络有星形网、环形网、网状网(或称网形网)。

如图 1-11 (a) 所示, 星形网即以交换转接设备为中心, 其余的节点向四周辐射, 各节点间相互独立的网络。在星形网中, 各用户的数据首先送到中心节点的交换设备, 再由交换设备将数据送至目的地。

星形网的优点是各节点间相互独立, 中心节点与任一节点间的通道发生故障, 不影响其他节点的使用。星形网所用的传输链路少, 线路利用率高。其缺点是中心节点是整个网络的瓶颈, 一旦故障, 整个网络将瘫痪, 安全性较差。星形网在电力系统中一般不采用, 只在较边远的不易实现环网的地域使用。

所谓环形网, 即网络中相邻各节点相连成环。传统的环形网, 其信息从任一节点发出, 沿同一方向传输, 最后回到出发点。在铜线传输、载波传输时, 环形网上的任意两个节点间发生通道故障, 整个环网通信将中断, 如图 1-11 (b) 所示。目前光通信技术克服了这一缺陷, 其采用复用段保护环技术后, 如图 1-11 (c) 所示, 即便环网内某一节点故障或环网内某一段传输介质中断, 信息将由故障段节点反方向传输至出发点, 除节点设备故障导致本节点信息中断外, 不影响整个环网的信息通信, 满足通信网络发生 $N-1$ 故障时通信功能的实现, 提高了网络运行的安全性。目前的电力光通信传输网, 普遍采用这种形式构成电力系统主干通信网。随着光纤资源的丰富, 为保障重要电路的可靠性, 2 纤环、4 纤环 (1+1) 保护的应用更为广泛。

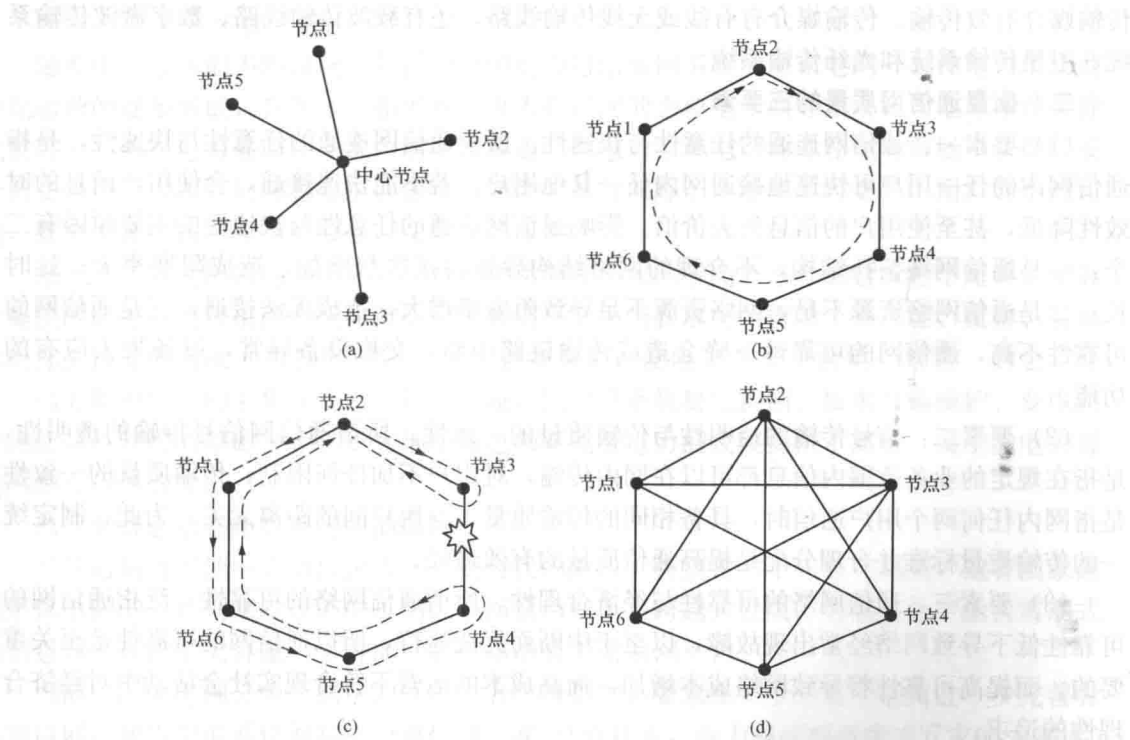


图 1-11 通信网络拓扑图

(a) 星形网; (b) 铜线和载波传输的环形网; (c) 光通信环形网; (d) 网状网

所谓网状网, 是任意两节点之间直连而形成的网络结构, 如图 1-11 (d) 所示。网状网在结构上优于环形网和星形网。其网络结构冗余度大, 当网络中某一节点或某传输链路异常