

供电类学徒工初级工培训教材

远动自动化

(试用本)



水电部教育司培训教材编写组

远 动 自 动 化

(试 用 本)

水利电力部教育司培训教材编写组

前 言

为了提高水利电力系统学徒工初级工的技术水平，使技工培训工作逐步走向正规化、系统化，我们统一组织编写了水电生产、水电施工、火电生产、火电建设和供电等五类学徒工初级工的培训教材。

这五类培训教材是按照原水利部、原电力工业部颁发的工人技术等级标准中相应的应知技术理论要求编写的，每一工种的培训教材均注意到学徒工初级工两个阶段技术理论教育的系统性和完整性，力求密切联系生产实际，深入浅出，突出工人培训教材的特点。

供电类培训教材包括十七个工种共十八本书。部委托由东北、华北电管局，天津、湖北、湖南电力工业局组织编写，并约请各大区网局和省电力工业局有关同志参加审稿。

《远动自动化》一书，由湖北省电力中调所裘旭时、朱家隆、赵东武同志编写，于82年10月由湖北省电力局教育处组织吉林电力局等八单位初审。

由于编辑时间仓促，又缺乏经验，培训教材中难免存在错误和不妥之处，现以试用本出版，内部发行。希望使用单位和广大读者提出宝贵意见，以使提高再版的质量。

水利电力部

1985年11月

目 录

第一章 概 论

第一节	远动技术在电力系统中的作用.....	(1)
第二节	电力系统远动技术的基本内容.....	(2)
第三节	我国远动技术的发展概况.....	(4)

第二章 半导体器件

第一节	二极管.....	(6)
第二节	晶体管.....	(13)
第三节	稳压管.....	(25)
第四节	场效应管.....	(27)
第五节	光电耦合管.....	(34)

第三章 晶体管线性电路

第一节	交流放大器.....	(42)
第二节	正弦波振荡器.....	(52)
第三节	直流放大器.....	(59)
第四节	差动放大器.....	(66)
第五节	运算放大器.....	(74)

第四章 直流稳压电源

第一节	单相整流电路	(81)
第二节	滤波电路	(86)
第三节	硅稳压管稳压电路	(95)
第四节	串联型晶体管稳压电路	(99)

第五章 数的表示方法

第一节	进位制数	(111)
第二节	进位制数的转换	(116)
第三节	二进制数的运算	(120)
第四节	机器数的表示	(122)

第六章 逻辑代数

第一节	逻辑运算	(127)
第二节	逻辑函数表达式的化简	(131)

第七章 脉冲的基本知识

第一节	RC 电路	(142)
第二节	晶体管开关特性	(150)

第八章 基本逻辑电路

第一节	二极管门电路	(165)
第二节	反相器电路	(168)
第三节	双稳态触发器电路	(177)
第四节	单稳态触发器电路	(183)
第五节	多谐振荡器	(187)
第六节	射极放大器电路	(194)

第七节	多稳态电路.....	(197)
-----	------------	-------

第九章 基本逻辑部件

第一节	寄存器.....	(201)
第二节	计数器.....	(207)
第三节	译码器.....	(211)
第四节	电子开关.....	(212)
第五节	模数转换电路.....	(216)
第六节	数字显示电路.....	(225)

第十章 数字集成电路

第一节	TTL门电路的工作原理.....	(234)
第二节	实用TTL逻辑门电路.....	(236)
第三节	集成电路触发器.....	(242)
第四节	MOS数字集成电路.....	(249)

第十一章 遥测变送器

第一节	交流电压变送器.....	(267)
第二节	交流电流变送器.....	(268)
第三节	功率变送器.....	(269)
第四节	功率总加器.....	(281)
第五节	脉冲频率制遥测装置.....	(286)

第十二章 远动通道和信息编码

第一节	概述.....	(293)
第二节	常用远动通道特点.....	(294)

第三节	调制和解调概念.....	(298)
第四节	抗干扰编码.....	(307)

第十三章 无触点综合远动装置

第一节	WYZⅢA 远动装置概况.....	(316)
第二节	WYZⅢA 遥测、遥信发送端.....	(317)
第三节	WYZⅢA 遥测、遥信接收端.....	(383)
第四节	WYZⅢA 遥控、遥调部分.....	(414)
第五节	WYZⅢA 的音频通道.....	(459)
第六节	SZY—Ⅲ 远动装置.....	(468)

第一章 概 述

第一节 远动技术在电力系统中的作用

现代的电力系统，往往由几十个甚至几百个发电厂、变电站以及成千上万公里的超高压及高压输电线路组成。因此电力调度的对象多而复杂，分布又十分辽阔。加以电能生产具有不可储存的特点，生产过程严格按“发、供、用”电平衡的条件进行。电又具有光速同样的传播速度，一个局部性故障由于处理时间的延误可能扩大成为全系统的大面积事故。影响工农业生产停顿和人民生活的各种麻烦。所以现代化电力系统的调度是一个科学性和合理性相当复杂而重要的任务。为保证电力系统的安全稳定、经济运行，在电力系统中往往根据系统的情况分级分层设立若干电网调度机构，统一管理和指挥整个电力系统。它的任务是：

1. 保证供电的质量。使用户得到合格的电能，即频率和电压都运行在规定范围内。
2. 保证电力系统运行方式的合理性和经济性：节约煤、油、水等一次能源，降低发电及电网输送损耗。
3. 保证电网运行的安全可靠，使电力系统具有承受事故冲击的较高能力，缩小事故影响的范围。
4. 提高电力系统事故处理的正确性，及时迅速恢复事故后供电，及质量。

要完成上述调度管理任务，电力系统调度人员必须及时

，正确的了解各个发电厂、变电站，输电线路的运行情况，并且又要及时、正确的给各个发电厂、变电站下达各种命令。电力系统的远动技术就是实现上述功能的基本和有效的手段。它是向电力系统调度人员提供监视发电厂、变电站运行参数，以及控制和调整电力系统运行工况的重要工具、另外随着计算技术的发展，对电力系统实行实时运行计算和分析控制已成为可能，这样各厂、站就需要向调度中心计算机传送大量的电力系统运行参数，同时调度中心又要向各厂、站传送控制和调整命令，远动装置又成为联络调度中心计算机和各厂、站之间的桥梁。所以远动技术是电网调度自动化的基础是为电力系统调度服务的。是电力系统必不可少的一个组成部份。

第二节 电力系统远动技术的基本内容

远动技术是一门迅速发展的新技术，它目前已广泛的应用于军事、空间技术以及工农业生产的各个部门、特别是近一、二十年内电子技术的飞跃发展，使远动技术更趋完善，稳定，可靠。在电力系统中远动技术的应用，也正以日新月异的速度迅猛发展。随着我国社会主义现代化建设的发展、大电网乃是科学技术发展的必然趋势、电力系统调度自动化仍当务之急。

按照远动工作在电力系统中完成的任务，远动技术包括下述内容。

1. 遥测：遥测就是远距离测量，在调度所通过远动装置，测量各发电厂，或变电站的电压、电流、功率、电度、

频率以及火电厂的汽压，汽温、水电站的水位、流量等。

按遥测的工作方式有循环传送遥测，问答传送遥测，个别地方还采用连续传送遥测。我国目前主要采用的是循环传送遥测，它是按一定的顺序，把若干个遥测量接连不断的发送到调度所，在发完一遍以后，再按原先的顺序发送第二遍、第三遍……如此循环不休，为了保证运行数据的实时性，一个循环周期不能太长，（我国规定不超过3秒）。问答传送遥测则根据调度人员的需要，按调度人员的命令来进行传送，平时是不进行工作的，但是随着调度自动化的发展，调度人员的命令由计算机程序控制所代替，从而形成各厂站远动装置之间的大循环运行。

2. 通信：通信即远距离信号，在电力系统中主要是将各发电厂、变电站的断路器位置信号，以及继电保护装置的动作信号等传送到调度所，使调度人员能及时掌握电力系统的运行状态。

通信的工作方式有变位传送通信和循环传送通信两种，变位传送通信是运行设备状态发生变动时才进行传送、平时不传送通信信息。循环传送通信是与循环传送遥测一样，它按一定的顺序，往复不断的发送。所以循环传送遥测和通信往往结合在一起，组合成综合远动装置。

3. 遥控，遥控即远距离控制，调度人员在调度所内通过远动装置，对发电厂或变电站的断路器等进行远距离操作，使其改变运行状态，这样便于调度人员能及时迅速的处理电力系统故障以保证用电的安全可靠。遥控还可以用来操作机组的起动、停止。由于遥控的失误会造成电网的重大损失，所以目前遥控都采用返送校核的方式，即调度人员首先

发送操作对象命令，待厂站端接到命令后，立即向调度端返回命令回答信号，调度人员确认命令无误后，再发送执行命令。这样保证遥控具有高度的可靠性。

4. 遥调：遥调即远距离调节，在发电厂和变电站具有较高的自动化水平时，调度所就可以利用远动装置对变压器分接头，同期调相机励磁调节装置，静止补偿器进行调节，以保证电压的稳定；同时也可利用远动装置对发电厂的出力或发电机组的出力进行重新分配，以保证正个电力系统在最佳运行方式下运行。以达到安全经济发、供电。

5. 事件顺序记录，事件顺序记录是在电子技术发展到较高水平时，远动技术的新功能。一般需要与计算机配合使用。它是在电力系统内发生的各种事件时（开关跳闸、继电保护动作等）按毫秒级时间顺序，逐个记录下来，发送到调度所显示和打印出来，以利于调度人员对电力系统的事故处理和事故分析。

6. 事故追忆，事故追忆是将电力系统发生事故前存储着的运行参数在事故后再打印或显示出来，为事故分析提供可靠正确的数据。

第三节 我国远动技术发展概况

我国远动技术发展较快，其研制工作开始于五十年代，55年研制成功六路脉冲频率制遥测及通讯装置，56年由中国科学院研制成功 SF—56 型遥控、遥信装置。在这基础上又研制成功、并于 60 年代初由上海继电器厂工业生产 SF—58 型遥控、遥信装置。和上海电表厂生产的 JZ 型脉冲频率制遥测装置。为电力系统远动化开创了局面。这个时期的装置

主要采用有接点继电器和真空管元件，是我国电力系统远动技术发展的第一阶段。

60年代末随着半导体技术的发展，开始研制数字式无触点远动装置，早期有与巡回检测结合的 $XJ-100$ 型，但没有能推广应用。到70年代初电科院和北京低压电器厂联合研制的 WYZ 型远动装置于西北电网鉴定后投产，成为目前我国应用最广的一种远动装置；相继南京水电仪表厂生产的 SZY 型，上海开关厂生产的 YZY 型数字式综合远动装置都在电网中投入运行。这些装置都以晶体管分立元件为主，可谓是电力系统远动技术发展的第二阶段。

70年代中期以后，随着电力系统远动技术的发展，电网的扩大，自动化要求的增高，远动装置的发展已开始从 $1:1$ 发展到 $1:N$ ；布线逻辑发展到微程序控制；分立元件发展到集成电路或大规模集成电路；从功能上也开始突破原来的遥控、遥信、遥测、遥调四项传统功能，已开始研制事件顺序记录和事故追忆功能。并扩展了外围设备，实现了制表打印，屏幕显示等功能。也有与当地巡回检测结合，提高了设备的利用率。

随着新型远动装置的研制，新的抗干扰编码— BCH 码；新的调制方式—键控调相、相干解调、等新技术、新工艺也被广泛的应用于远动技术上。特别是最近几年微处理机开始在远动技术中的应用；为电力系统远动技术开创了新局面，并且越来越显示出其优越性，从国外引进的微处理机远动装置已在华中电网运行。国产的微处理机远动装置也已由南京自动化仪表厂试制成功。可望在近几年内得到推广应用。

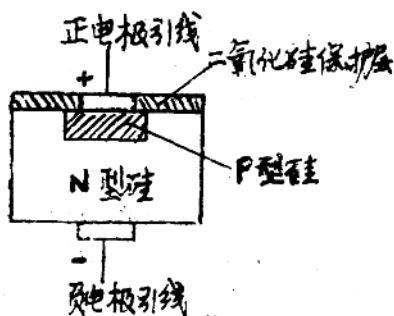
第二章 半导体器件

本章介绍了常用的几种晶体管如二极管、稳压管、晶体管、场效应管、光电耦合管的结构、参数、特性和应用。

第一节 二极管

一、半导体二极管的结构

二极管就是由一个PN结，加上相应的电极引线和管壳做成的。通常用符号 $\rightarrow|$ 来表示。



(a) 平面型开关管
如 2CK9-2CK19



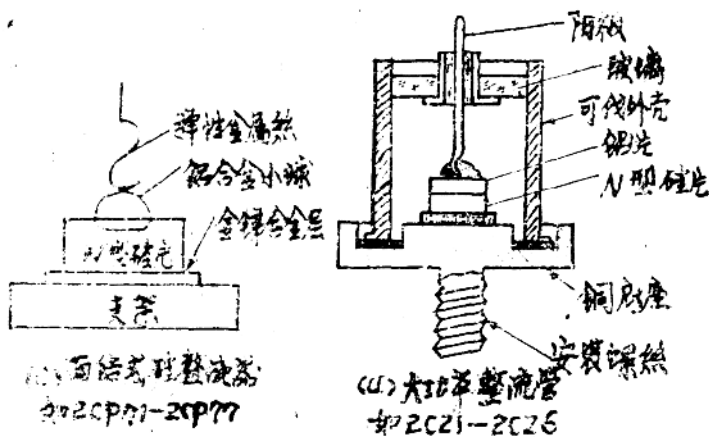


图 2-1-1 二极管的几种主要结构类型

图 (2-1-1) 画出了几种二极管结构的示意图。一般二极管的PN结面积大时, 允许通过的电流也大, 适于做大功率整流器, 而PN结表面积越小, 动态特性越好, 适合于做高频检波。

二、二极管的特性和参数

二极管主要的特性就是单向导电性, 这可以通过研究二极管的电压与电流的关系得到进一步的认识。图 (2-1-2) 是一个二极管的电压—电流关系曲线, 也叫做伏安特性曲线, 它可以分为以下三部分。

1. 正向特性

在二极管两端加以正向电压, 就产生正向电流。但是, 当这个电压比较小时, 由于外部电场还不足以克服内部电

场对载流子扩散运动所造成的阻力，因此，这时的正向电流仍然很小，二极管呈现的电阻较大。当二极管两端的电压超

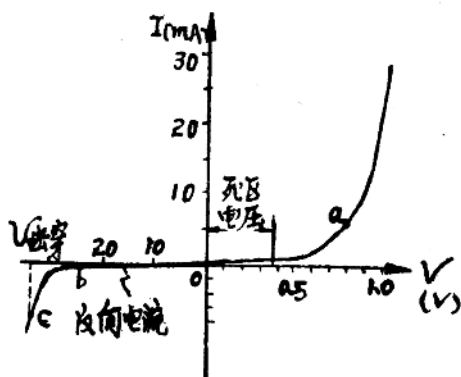


图 2—1—2 二极管的伏安特性

过一定数值以后（这个数值通称为死区电压，随管子材料和温度的不同而改变），内部电场被大大削弱，二极管的电阻变得很小，电流于是增长很快（图中 a 点）。

二极管的最大整流电流是二极管的一个重要参数，使用时应注意通过二极管的电流不能大于这个最大值，否则将导致二极管的损坏。

2. 反向特性

外加反向电压时，由于在 P 型半导体中还存在少量自由电子，在 N 型半导体中还存在少数空穴，这些少数载流子在反向电压作用下很容易通过 PN 结，因此形成反向电流。反向电流有两个特点，第一个特点是它随温度的上升而增长很

快，另一个特点是只要外加的反向电压在一定范围之内，反向电流基本上不随反向电压变化（如图中 b 点附近）。这是因为少数载流子为数有限，在一定温度下和每个单位时间里，只能提供一定的数量，只要外加电压所产生的电场足够把它们吸引过来形成电流之后，电压即使再高也不能使载流子数目增加。所以在这种情况下的电流被称为反向饱和电流。

反向电流是二极管的另一个重要参数。反向电流大，说明管子单向导电的性能差。一般，硅管的反向电流约自1微安到几十微安（大功率管也有高达几十毫安的），锗管则可达几百微安，在高温情况下还要大许多倍。

3. 反向击穿电压

当反向电压不断增加时，如前面所说的那样，反向电流开始没有多大的变化，但反向电压增加到一定数值以后，反向电流突然增大，出现反向击穿现象（图中 c 点）。其原因是外加的强电场强制外层电子拉出，使载流子数目急剧上升，这个电压叫做反向击穿电压。

手册上给出的二极管最高反向工作电压通常是击穿电压的一半，以防止二极管在工作中因反向击穿而损坏。选用二极管时必须注意这个极限值。

三、二极管参数举例

表（2—1—1）中列举了几种常用二极管的典型参数和外形图，其目的是为了使大家对二极管的特性有一个概念，并且学会选用二极管。

表2-1-1 几种半导体二极管的型号和主要参数

参 数	单 位	2AP ₁ —2AP ₉	2CP10—2CP20	2CK ₆ —2CK ₉	2CP31—2CP33	2CZ11—2CZ14
最大整流 电流	mA	5—50	5—100	30	250—500	2 A—10A
最高反向 工作电压 (峰值)	V	10—150	25—600	10—50	25—500	50—800
反向电流	uA	≤250	≤5	≤1	≤300	0.5mA—6mA
最高工作 频率	MHz	40—150	0.05	反向恢复时 ≤5 ns	0.003	0.003
极间电容	PF	≤1 (有反向偏压)		≤3—5(零偏压)		
伏安特性						