

NONGWANG PEIDIAN SHENGCHAN RENYUAN
JINENG PEIXUN JIAOCAI

农网配电生产人员

技能培训教材

周传芳 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

NONGWANG PEIDIAN SHENGCHAN RENYUAN
JINENG PEIXUN JIAOCAI

农网配电生产人员

技能培训教材

周传芳 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是根据《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》(第 33 部分:农网配电)的要求,结合农电工培训工作的需要,并突出农电工操作实际编写而成。

本书共分四章,其中:第一章主要介绍低压配电线路中常见电气图种类及常用配电工程专用图形识读方法,以及常用电工仪表的使用与维护;第二章主要介绍农村低压架空配电线路施工中的白棕绳绳头、绳套、绳结的常用工艺,以及钢丝绳套的编插、导线的连接及绑扎等基本操作工艺及相关的技术要求;第三章介绍了低压架空配电线路的基本施工及维护检修的基本操作流程、主要技术及安全操作要求等;第四章主要介绍低压用户计量装置中常用电能计量装置安装与检查的基本流程及操作技术要求。

本书既可作为农网配电生产人员的操作技能培训教材,也可供广大农网配电生产人员自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

农网配电生产人员技能培训教材/周传芳主编. —北京:中国电力出版社,2011.8

ISBN 978-7-5123-2093-2

I. ①农… II. ①周… III. ①农村配电—技术培训—教材 IV. ①TM727.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 182140 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>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 1 月第一版 2012 年 1 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 8.25 印张 203 千字

印数 0001—3000 册 定价 22.00 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

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

前言



为了提高农网配电生产人员的基本操作技能，实现新农村目标规划，根据《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》（第 33 部分：农网配电）的要求，结合农电工培训工作的需要，我们编写了这本以实用操作为重点的《农网配电生产人员技能培训教材》。

本书依据国网公司培训规范的要求，根据农村电网的特点，重点介绍了农网配电生产技能人员工作范围内的基本操作技能、操作规范、质量标准等内容。其中，第一章主要介绍低压配电线路中常见电气图种类及常用配电工程专用图形识读方法，同时结合农网维护工作的需要重点介绍万用表、钳形电流表、绝缘电阻表、接地电阻摇表、单、双臂电桥等常用电工仪表的使用操作步骤和使用安全注意事项；第二章主要介绍农村低压架空配电线路施工中的白棕绳绳头处理、绳套编制、常用绳结的制作、钢丝绳套的编制、导线的连接及损伤处理等基本操作工艺及相关的技术要求；第三章围绕低压架空配电线路施工的特点，重点介绍了低压配电线路的基本施工及维护检修的基本操作流程、主要技术及安全操作要求等；第四章主要介绍低压用户计量装置中常用电能计量装置安装与检查的基本流程及操作技术要求。

本书以国家对农网配电初、中级生产技能人员的基本操作技能要求为主，通过大量的图片演示，对每个基本操作的过程进行分解，并配以简单的文字说明，图文并茂、通俗易懂。本书既可作为农网配电生产技能人员的操作技能培训教材，也可供广大农网配电生产技能人员自学参考。

本书在编写过程中得到了湖北省电力公司生产技能培训中心及湖北省电力公司农电管理中心领导和有关部室的大力支持、帮助和指导；输配电教研室夏宇涛老师参与第一、二章的编写，第三、四章由培训中心输配电教研室周传芳老师编写，全书由周传芳统稿。因时间紧迫和编者水平有限，书中难免存在错漏之处，恳请广大读者提出宝贵意见和建议，以便修订时加以完善。

编 者

2011 年 5 月

目 录



前言

第一章 电气识图及常用电工仪表	1
第一节 电气图的基本知识	1
第二节 低压电气图识读	7
第三节 配电线路施工图	25
第四节 常用电工仪表的使用与维护	34
第二章 线路基本操作工艺	68
第一节 登杆	68
第二节 白棕绳绳套及绳结的制作	79
第三节 钢丝绳套的编插	100
第四节 导线连接	114
第五节 导线在绝缘子上的固定绑扎	138
第三章 低压架空配电线路施工工艺	147
第一节 拉线的制作与安装	147
第二节 电杆的起立与安装	160
第三节 架空导线放、紧线	192
第四章 电能计量装置的安装与检查	209
第一节 互感器的基本原理与接线	209
第二节 电能表的基本结构与常用接线	218
第三节 电能表的安装	230
第四节 电能表的错误接线检查	252
参考文献	256

第一章



电气识图及常用电工仪表

本章主要介绍农网低压配电系统中低压电气设备的控制和安装等电气图的识读及基本电工测量的有关知识。

第一节 电气图的基本知识

一、电气图的定义

电气图是一种以电气图形符号、带注释的图框或简化外形等规定的图样并附以相应的工作参数的表格、文字等内容反映电气系统或电气设备或设备中各组成部分的相互关系或连接关系，并附以提供电气系统或电气设备、成套装置工作参数的表格、文字等内容的图形，如图 1-1-1 所示。

电气图是一种简图，不需严格按照几何尺寸或绝对位置进行测绘。电气图的主要描述对象是电器元件和连接线。通过连接线对电器元件的连接，描述成套电气设备或单元电气元件的工作原理、电气产品的构成结构和基本功能，为使用或维护者提供设备或元件的安装、检测及使用、维护等相关信息。

二、电气图的分类

根据电力系统工作的需要，其电气图的表达方式也不一样，通常主要包括电路图、框图、原理图、电器元件布置图、电气安装接线图等。

1. 系统图（或框图）

电力系统图是用符号或带注释的框概略表示系统或分系统的

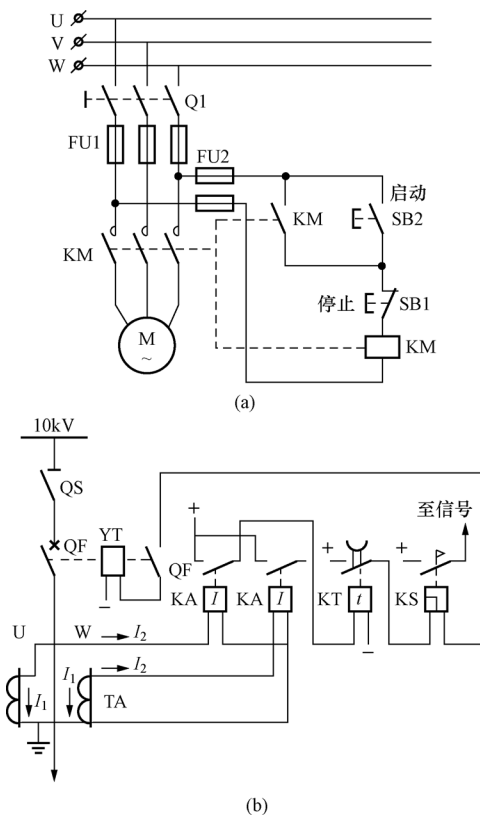


图 1-1-1 以图形符号表示的电气图

(a) 电动机启动控制原理图；(b) 10kV 线路的过电流保护原理接线图

基本组成、相互关系及其主要特征的一种简图，图 1-1-2 所示电力系统简图是系统图的代表。

在图 1-1-2 所示系统图中，用标准的图形符号对电力系统发、输、供、用电的过程进行了简单的描述。图 1-1-2 中：电源侧发电机产生的电能，经升压变压器升压后送到电力网，经过电网传输后，再由各级变电站降压变压器降压，由配电线路经配



电变压器分配传送到电力用户。

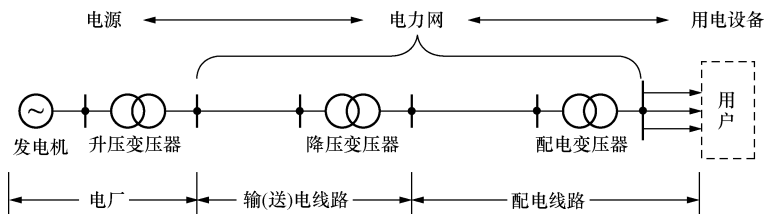


图 1-1-2 电力系统简图

电气系统图的特点：

(1) 电气系统图所描述的是系统或分系统。电气系统图可以用来表示大型区域电力网，也可以用来描述一个较小的供电系统。

(2) 电气系统图所描述的内容是系统的基本组成和主要特征，而不是全部组成和全部的特征。

(3) 电气系统图概略地对内容进行描述，其概略程度则依描述的对象不同而不同。

(4) 电气系统图一般采用单线和标准的电气符号表示，以便大家按照统一的规范进行阅读。

2. 电路图

电路图是电气图的一种最常用表达方式。一个完整的电路通常由电源、开关设备、用电设备和连接线四个部分组成。如果将电源设备、开关设备和用电设备看成元件，则电路由元件与连接线组成，元件和连接线是电路图的主要表达内容，或者说各种电气元件按照一定的次序用连接线连接起来就构成一个电路。

在电路图中，各种电气元件用图形符号表示，一般情况下按工作顺序排列，详细表示电路、设备或成套装置的全部组成和连

接关系，而不考虑其实际位置。电路图的用途是便于读者详细理解电路的工作原理，分析和计算电路特性，如图 1-1-3 所示。

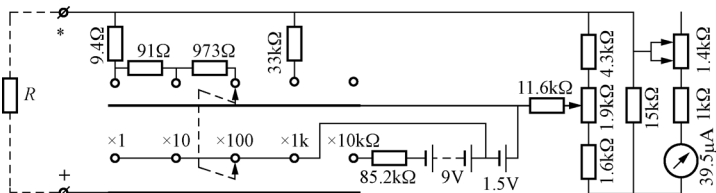


图 1-1-3 500 型万用电阻挡测量电路图

由图 1-1-3 所示 500 型万用电阻挡的测量电路图可知，进行电阻测量时，是通过将待测电阻 R 串联接入测量电路，改变测量回路总电阻值，使得流过测量回路的电流发生变化，从而引起流过表头的电流改变；通过测量电流计中电流的大小，便可测定串入测量电路中的电阻大小。

3. 功能图

功能图是一种表示控制系统的作用和状态，而不涉及实现这一状态具体电路细节的一种图形，其用途是提供绘制电路图或其他有关图形的依据。图 1-1-4 所示为继电保护装置工作原理图。

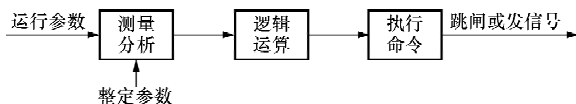


图 1-1-4 继电保护装置工作原理图

图 1-1-4 中，对于保护装置具体是电流保护还是电压保护的性质没有详细的描述，仅仅是对继电保护的基本工作原理进行了表达；因此，这类功能图可提供电器的基本功能和设备在具体运行工作中的工作状态分析。



4. 程序图

程序图是一种详细表示某电气设备或成套装置工作的程序过程和各程序单元互联关系的一种简图，如图 1-1-5 所示重合器保护动作过程图。图 1-1-5 中详细描述了重合器整个保护动作的全过程，并将重合器保护动作时各环节的具体工作状况及相互的程序配合进行了分解。

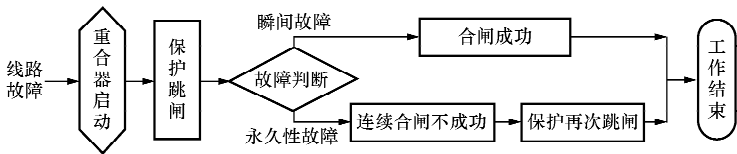


图 1-1-5 重合器保护动作过程图

5. 设备明细表

设备明细表（或配套表）是以表格形式列出成套装置、设备和装置中各组成部分和相应数据，主要是为了表示各组成部分的名称、型号、规格和数量等。

表 1-1-1 所示为某电动机控制电路的设备明细表。按图纸的有关使用规定，设备明细表通常需与相应的电路图或简图配套使用。

表 1-1-1 某电动机控制电路设备明细表

编号	设备代号	设备名称	型号	规 格	数量
1	M1	主轴电动机	JO2-42-4	5.5kW 1410r/min	1 台
2	M2	辅助电动机	JCB-22	0.125kW 2790r/min	1 台
3	KM	交流接触器	CJO-20	380V/20A	1 个
4	FR1	热继电器	JRO-40	11.3A	1 个
5	FR2	热继电器	JRO-10	3.5A	1 个
6	QS1、QS2	三极开关	HZ1-10	380V/10A	各 1 个

续表

编号	设备代号	设备名称	型号	规 格	数量
7	QS3	单极开关	HZ1-10	220V/6A	1 个
8	SB1	按钮	LA2	1 组动断触点	1 个
9	SB2	按钮	LA2	1 组动合触点	1 个
10	FU1	熔断器	RL1	15A	1 个
11	FU2	熔断器	RL1	6A	1 个
12	FU3	熔断器	RL1	2A	1 个
13	TC	照明变压器	BK-50	50VA 380V/36V	1 个
14	EL	照明灯		40W 36V	1 个

6. 端子功能图

端子功能图是一种用以表示某设备或元件功能单元全部外接端子功能的简图，这种功能图通常是利用简单的图形或文字符号，对设备或元件的内部功能进行简单的表述说明，如图 1-1-6 所示示例。

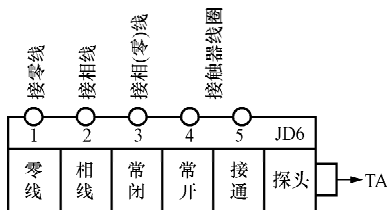


图 1-1-6 JD6 剩余电流
保护器接线端子图

7. 接线图或接线表

接线图或接线表是表示成套装置、设备或装置的连接关系，用以进行接线和检查的一种简图或表格。

(1) 单元接线图或单元接线表：表示成套装置或设备中一个结构单元内的连接关系的一种接线图或接线表（结构单元指在各种情况下可独立运行的组件或某种组合体）。

(2) 互连接线图或互连接线表：表示成套装置或设备的不同单元之间连接关系的一种接图或接线表（线缆接线图或接线表）。



(3) 端子接线图或端子接线表：表示成套装置或设备的端子，以及接在端子上的外部接线（必要时包括内部接线）的一种接线图或接线表。

8. 简图或位置图

表示成套装置、设备或装置中各个项目的位置的一种简图称为位置图。一般用图形符号绘制，用来表示一个区域或一个建筑物内成套电气装置中的元件位置和连接布线，如图 1-1-7 所示示例。

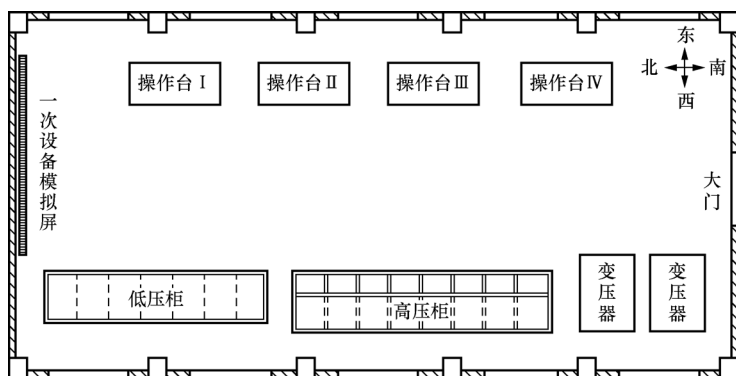


图 1-1-7 某低压配电室设备分面位置图

第二节 低压电气图识读

本节将通过对常用电气图的识读方法及电气原理图的绘制原则、绘制方法及有关事项的介绍，以便能够准确、迅速地进行电气原理图及接线图的识读。

一、常用电气及配电线路工程图形符号

图形符号是通过书写、绘制、印刷或其他方法产生的可视图形，以简明易懂的方式来传递实物或概念，提供有关条件及动作



信息的工业语言。

1. 文字符号

(1) 文字符号的组成。常用电气设备的文字符号由基本文字符号和辅助文字符号两部分构成,基本文字符号分单字母符号和双字母符号。

1) 单字母符号。用拉丁字母将各种电气设备、装置和元器件划分为 23 大类,每大类用一个专用单字母符号表示。如 R 为电阻器, Q 为电力电路的开关器件类等。

2) 双字母符号。表示种类的单字母与另一字母组成,双字母符号中的另一个字母通常选用该类设备、装置和元器件的英文名词的首位字母,或常用缩略语,或约定俗成的习惯用字母。

3) 辅助文字符号。辅助文字符号表示电气设备、装置和元器件以及线路的功能、状态和性质,它一般放在基本文字符号后边,构成组合文字符号。同一电气单元、同一电气回路中的同一种设备的编序用阿拉伯数字表示,标注在设备文字符号的后面;不同的电气单元、不同的电气回路中的同一种设备的编序用阿拉伯数字表示,标注在设备文字符号的前面。

(2) 特定导线标记。电气图形中的三相交流电源,分别用 U 、 V 、 W 或 A 、 B 、 C 表示;也可用 $L1$ 、 $L2$ 、 $L3$ 表示,几种表示均可使用,但在一本书中要求全书统一。中性线,用 N 表示;保护接地线,用 PE 表示;不接地的保护导线,用 PU 表示;保护接地线 and 中性线共用一线,用 PEN 表示;接地线,用 E 表示;直流系统电源的正极、负极、中间线,分别用 $+$ 、 $-$ 、 M 或 L_+ 、 L_- 、 M 表示。

(3) 电器端子标记。交流系统电源的三相导线,采用 A 、 B 、 C 表示时,端子相应用 A 、 B 、 C 表示;采用 $L1$ 、 $L2$ 、 $L3$ 表示时,端子相应用 U 、 V 、 W 表示。中性线,用 N 表示;保护接地,用 PE 表示;接地,用 E 表示。



2. 电气图形符号

图形符号是表示设备和概念的图形、标记或字符等的总称。常用的电气图形符号可参考 GB/T 4728 《电气简图用图形符号》。常用图形符号应用的说明如下。

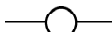
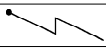
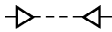
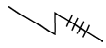
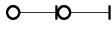
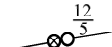
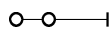
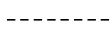
(1) 所有的图形符号，均按无电压、无外力作用的正常状态示出。

(2) 在图形符号中，某些设备元件有多个图形符号，有优选形、其他形式等。选用符号应遵循的原则：尽可能采用优选形；在满足需要的前提下，尽量采用最简单的形式；在同一图号的图中使用同一种形式。

(3) 符号的大小和图线的宽度一般不影响符号的含义，在有些情况下，为了强调某些方面或者为了便于补充信息，或者为了区别不同的用途，允许采用不同大小的符号和不同宽度的图线。

3. 配电线路工程用图形符号（见表 1-2-1）

表 1-2-1 配电线路工程部分常用图形符号

图形符号	说 明	图形符号	说 明
	圆形混凝土杆		线路电容器
	铁塔		线路断开
	H 形混凝土杆		单相接户线
	电缆		四线接户线
	水平拉线		更换电杆
	共同拉线		单相变压器
	带拉线绝缘子的拉线		单杆变台
	线路跳引线		地上变台
	弱电线路		

续表

图形符号	说 明	图形符号	说 明
	松树林		撤除电杆
	草地		三相接户线
	不明树林		线路转角度
	独立树		杆号、电杆高度表示法。1、2 为杆号，10、12 为杆高
	湿地		三相变压器
	高山		双杆变台
	岩石		建筑物（5 点表示五层楼房）
	方形混凝土杆		阔叶林
	木杆		杨柳树林
	H 形木杆		针叶树林
	普通拉线		果园
	V 形拉线		沙滩
	弓形拉线		湖泊
	带撑杆的电杆		江桥
	线路		
	撤除导线		
	电杆移位		

二、常用电气图形的表示方法

1. 导线的表示及连接方式表达

（1）连接线的表示。电气图中连接线或导线的表示方法如图 1-2-1 所示。单线表示法是将两根或两根以上的连接线或导线用一条线加以表示的方法；多线表示法是将每根连接线或导线



在图中分别用一条图线进行表示的方法；混合表示法是根据图形或设备表达的需要，将图中的连接线或导线一部分用单线，另一部分用多线进行表示的方法。

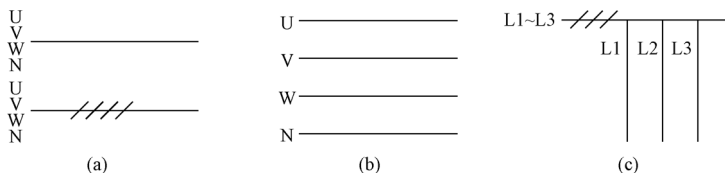


图 1-2-1 连接线或导线的表示方法

(a) 单线表示法；(b) 多线表示法；(c) 混合表示法

如图 1-2-2 所示，对于同一动力系统中，若多台电动机的工作性质相同，则在图中只需将其中一台的详细接线表达清楚，其他相同的电动机用简化的方法表达即可。

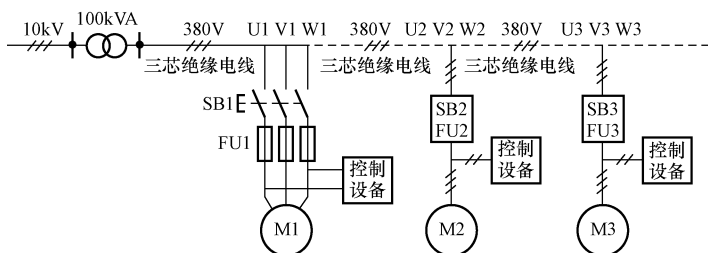


图 1-2-2 多台功能相同的电动机安装接线示意图

(2) 连接线的连续及中断的表示方法。

1) 连接线的连续表示方法如图 1-2-3 所示，其具体内容如下：①在电气图中，对单根表示的一组连续连接线或导线，为使图形简洁，如果这组连接线每根排列顺序一致（或在一定范围内不会出现变化）时，可采用图 1-2-3 (a) 所示方法，在连续线的中间部位将其中断，并以此表示连接线的连续性；若连接线的数量较多时，可参照图 1-2-4 (b) 所示方法，在中断处将其每