

# 低压变电站 运行操作详解

DIYA BIANDIANZHAN  
YUNXING CAOZUO XIANGJIE

刘 涛 李庆海 祝传海 黄北刚 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

# 低压变电站 运行操作 **详解**

DIYA BIANDIANZHAN

YUNXING CAOZUO XIANGJIE

刘 涛 李庆海 祝传海 黄北刚 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书旨在弥补变电站青年值班电工实际经验方面的不足,从青年值班电工的实际需要出发,帮助青年电工认识了解电气设备的启停操作、倒闸操作顺序、变电站运行的特点等,使青年电工能够切实地提高操作技能,并将所学的知识灵活地运用到实际工作中。

本书共六章,主要内容为低压变电站构成与部分器件操作、值班电工应知的相关规定、低压变电站主接线与倒闸操作、有备用电源的低压变电站控制电路、小型变电站母线分段控制电路、变电站馈出的回路电动机控制电路。

本书适合变电站值班电工以及安装维修初中级电工阅读。

## 图书在版编目(CIP)数据

低压变电站运行操作详解/刘涛等编著. —北京:中国电力出版社, 2011. 8

ISBN 978 - 7 - 5123 - 2041 - 3

I. ①低… II. ①刘… III. ①低电压 - 变电所 - 电力系统运行 - 基本知识 IV. ①TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 166415 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>)

汇鑫印务有限公司印刷

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  
787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 13.625 印张 322 千字  
印数 0001—3000 册 定价 35.00 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

随着我国电力工业的飞速发展，从事供电企业变电站及厂矿自备电厂变电站运行值班电工也不断增加，但是，青年电工普遍存在经验不足的缺点，面对复杂的变电站运行操作，往往觉得无从下手，学习起来也是一筹莫展。他们迫切需要有一本书，全面详细地介绍低压变电站的种种，包括低压变电站的构成，变电站主回路接线方式，变电站进线，母联控制电路工作原理，倒闸操作过程，以及馈出的各种电动机控制电路等。

编著者中有四十多年实际工作经验的老电工，退休之后，十分想将自己多年的积累与广大电工朋友们交流，尽自己最大的能力帮助新入行的电工朋友认识了解电气设备的启停操作，倒闸操作的顺序，变电站运行的特点等。希望本书能帮助大家提高操作技能，将书本知识灵活地应用到实际工作中去。

因此，我们收集整理了低压变电站中涉及的各类电路，实地拍摄了大量的实物照片，参考了现行的相关规程，花了将近两年的时间编写了这本《低压变电站运行操作详解》。先通过大量的现场照片给大家一个直观的感受，再介绍运行值班电工工作中需要遵守的规定，就好像师傅领进门一样，循序渐进地将低压变电站的相关知识介绍给大家。除低压变电站主接线与倒闸操作、有备用电源的低压变电站控制电路、小型变电站母线分段控制电路外，本书还另辟一章，介绍低压变电站馈出的电动机控制电路，包括变电站防洪井水泵控制操作等内容，使读者在工作中能更加得心应手。

青年电工朋友们，愿这本书能成为你的良师益友！如果本书能够对你的工作有所帮助，我们将十分高兴。也希望能够借此书，与广大青年电工朋友们交友，进行技术方面的交流。

本书第四章由李庆海编写，第五章由刘涛编写，其余章节由黄北刚、祝传海编写。李忠仁、李辉、刘世红、黄义峰、杜敏、姚琴、黄义曼、姚珍、姚绪等同志帮助做了部分文字录入的工作，此外，在本书的编写过程中，还获得了许多同行热情的支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于我们水平有限，书中难免出现不足之处，诚恳希望读者给予批评指正。

编 者



# 目 录

## 前 言

<b>第一章 低压变电站构成与部分器件操作</b> .....	1
第一节 最简单的变电站连接方式 .....	1
第二节 架空线路的构成 .....	3
第三节 变压器一次和二次开关的连接 .....	7
第四节 低压变电站母联与回路馈出 .....	9
<b>第二章 值班电工应知的相关规定</b> .....	12
第一节 电气倒闸操作基本原则和程序 .....	12
第二节 安规中倒闸操作与有关规定 .....	18
第三节 厂矿倒闸操作与有关规定 .....	20
第四节 触电急救方法与急救措施 .....	23
<b>第三章 低压变电站主接线与倒闸操作</b> .....	25
第一节 母线联络开关为单隔离开关的低压变电站 .....	25
第二节 母线联络开关为双隔离开关的低压变电站 .....	27
第三节 低压不能并列的变电站 .....	29
第四节 低压母联能手动 / 自动投入的变电站 .....	31
第五节 变电站倒闸操作实例 .....	33
<b>第四章 有备用电源的低压变电站控制电路</b> .....	44
第一节 变电站母线进线相互备用自投的控制电路 .....	44
第二节 变电站进线一用一备的控制电路 .....	46
第三节 变电站两条进线相互备用自投有过负荷保护的 控制电路 .....	48
第四节 变电站过负荷跳闸禁止备用电源自动投入的 控制电路 .....	51

第五节	二次过载保护备用电源自投的控制电路 .....	53
第六节	变电站进线过负荷跳闸故障报警的控制电路 .....	56
<b>第五章</b>	<b>小型变电站母线分段控制电路 .....</b>	<b>59</b>
第一节	变电站控制电路与停送电操作 .....	60
第二节	加有控制开关和按钮操作的母联自投控制电路 .....	67
第三节	变电站二次开关（接触器）与母联控制电路 .....	70
第四节	变电站二次开关控制与只能自投的母联控制电路 .....	75
第五节	延时自启的变压器二次开关（接触器）与母联控制电路 .....	79
第六节	生活小区变电站进线母联控制电路 .....	84
第七节	有过载信号的锅炉房变电站进线母联控制电路 .....	91
第八节	有过载信号的取水变电站进线母联控制电路 .....	98
第九节	有过载报警的装车站桥变电站进线母联控制电路 .....	105
<b>第六章</b>	<b>变电站馈出的回路电动机控制电路 .....</b>	<b>113</b>
第一节	全压起动的电动机控制电路 .....	113
第二节	降压起动的电动机控制电路 .....	178
第三节	按顺序操作的风机控制电路 .....	192
第四节	绕线型电动机转子串联电阻起动控制电路 .....	201

# 第一章

## 低压变电站构成与部分器件操作

本章采用文字与图片相结合的方法，介绍低压变电站基本结构、主要的开关设备以及主回路连接。帮助大家熟悉器件开关的操作方法，了解送电前的检查常用仪表的使用规定。

### 第一节 最简单的变电站连接方式

低压变电站一般有一台或两台三相电力变压器，一次电压为 6kV 或 10kV，二次侧电压为 0.4kV。二次侧有四个接线柱，即三个相线和一个中性线。在电路图中标号一般为：L1、L2、L3、N。变压器的一次 6~10kV 高压来自上一级变电站或架空输电电路上。



#### 一、柱上变压器

柱上变压器如图 1-1 所示。柱上变压器即安装在电杆上的户外式配电变压器，是在城市和农村中常见的一种安装形式。变压器一次（高压）电源来自架空输电线路。通过隔离开



图 1-1 柱上变压器

1— 6kV 或 10kV 架空输电线路；2—跌落开关；3—避雷器（左图可能看不到）；4— 6kV 或 10kV / 0.4kV 变压器；  
5—变压器二次配电箱（开关箱）；6— 0.4kV 架空输电线路；7—围栏；8—变压器台；9—水泥电线杆

关，跌落开关与变压器一次变压器绕组连接，变压器二次 0.4kV（低压）经过开关箱内的开关向用户供电。

## 二、地面箱式变电站

地面箱式变电站就是把变压器和二次回路匹配的开关、相关表计组合在一起的形成的一种电气配电设备。

架空输电线路与地面箱式变电站，同样是通过杆上的隔离开关、跌落开关，再通过电缆与变压器的一次绕组连接。架空线到变压器的一次开关和电缆如图 1-2 所示，组合式变压器一次进线与二次配电箱如图 1-3 所示。

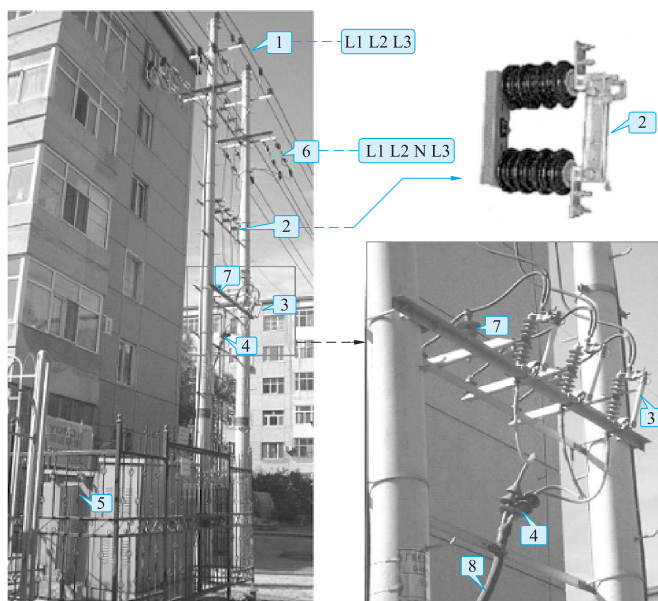


图 1-2 架空线到变压器的一次开关和电缆

1—6kV线路；2—隔离开关；3—跌落开关；4—电缆头；5—组合箱式变电站；  
6—0.4kV线路；7—避雷器；8—去变压器或箱式变电站的一次电缆

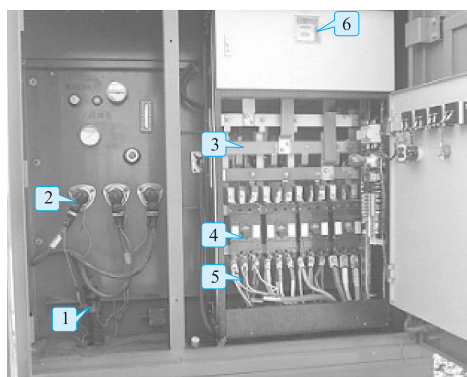


图 1-3 组合式变压器一次进线与二次配电箱

1—箱式变电站变压器一次电缆；2—一次电缆与变压器一次连接；3—0.4kV母线；  
4—馈出回路断路器；5—馈出回路电缆；6—电能表





## 第二节 架空线路的构成

架空线由电线杆，导线、横担，拉线等组成，架空线路由架空线，绝缘子、隔离开关、避雷器、跌落开关、断路器，变压器等构成。架空线去变压器的一次开关与电缆如图 1-4所示。

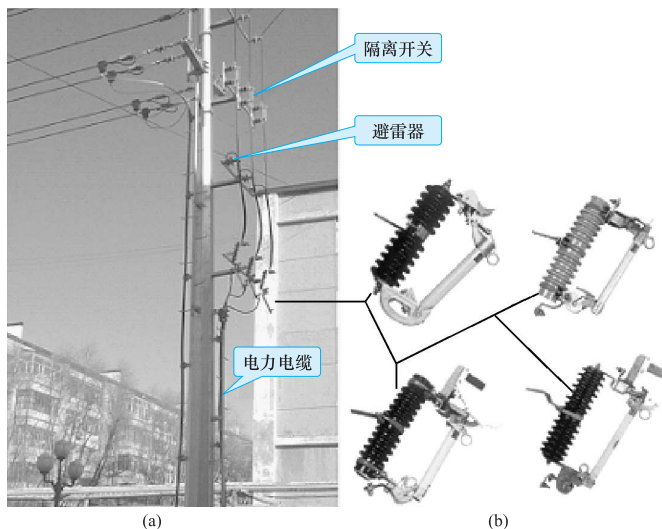


图 1-4 架空线去变电站的一次开关与电缆  
(a) 架空线与电杆；(b) 跌落开关

### 一、跌落开关

跌落开关（跌落式熔断器）合、分的操作是通过操作拉杆实现的，跌落开关与操作拉杆示意图如图 1-5所示。

### 二、变压器一次电源中的断路器

有的变压器一次电源，采用隔离开关、断路器、跌落开关的连接方式，采用的断路器有 DW 1-10 型户外柱上油断路器和 ZW 1-10 型户外柱上真空断路器。架空线路到变电站的断路器安装位置示意图如图 1-6所示。

图 1-6所示断路器的合、分闸操作方法如下：断路器分闸位置时，拉一下拉环，断路器合闸；断路器合闸位置时，拉一下拉环，断路器分闸。

图 1-7所示为跌落开关在断开位置时的状态。

在架空线路中常会看到真空断路器，如图 1-8所示。架空线路中真空断路器的合、分闸操动机构位于断路器的下面，如图 1-9所示。

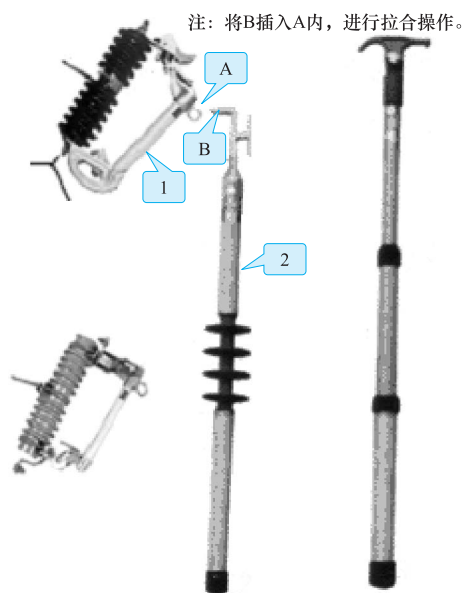


图 1-5 跌落开关与操作拉杆示意图  
1—熔断管；2—操作拉杆；A—拉环；B—拉杆头部

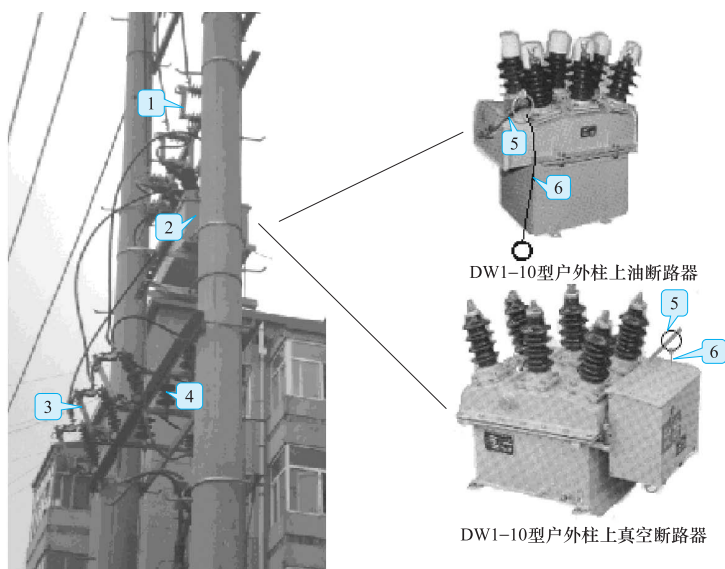


图 1-6 架空线路去变电站的断路器安装位置示意图

1-隔离开关；2-断路器；3-跌落开关；4-电线杆；5-合分闸杠杆；6-拉环

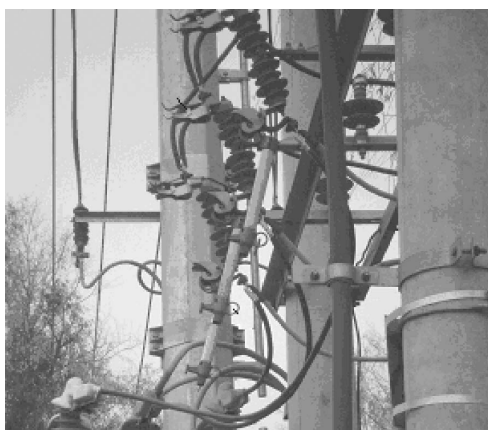


图 1-7 跌落开关在断开位置



图 1-8 架空线路中的真空断路器



图 1-9 所示真空断路器的合、分闸操作方法如下：断路器分闸位置时，拉一下储能开关，然后拉合闸开关，断路器合闸；断路器合闸位置时，拉一下分闸开关，断路器分闸。



### 三、变压器一次电源中的负荷开关

有的变压器一次电源采用隔离开关、负荷开关、跌落开关的连接方式。图 1-10 所示为站在线路不同位置拍摄的变压器 10kV 电源侧开关设备。

当负荷开关在合闸位置时，操作机构的分闸侧在上面（见图 1-10），只要用操作拉杆勾住分闸侧往下一拉，负荷开关就分闸了，操作机构的分闸侧转到下面位置，合闸侧转到上面。合闸时，只要用操作拉杆勾住合闸侧往下一拉即可。

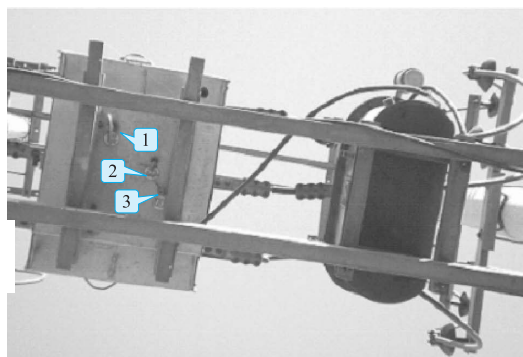


图 1-9 真空断路器操作器件

1—储能开关；2—合闸开关；3—分闸开关

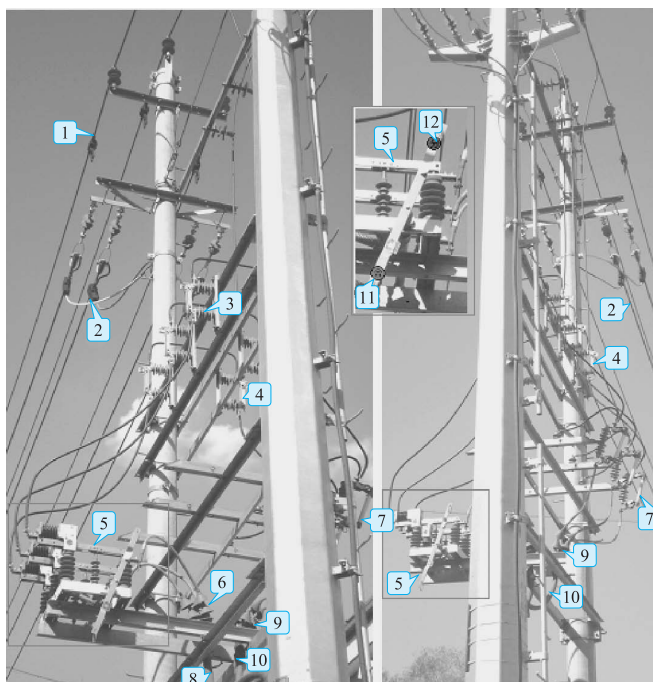


图 1-10 站在线路不同位置拍摄的变压器 10kV 电源侧开关设备

1—高压线；2—低压线路；3、4—隔离开关；5—负荷开关（图上为合闸位置）；6—电缆防水绝缘子；7—跌落开关；9—电缆防水绝缘子；8、10—电缆；11—合闸侧；12—分闸侧



### 四、架空线路上的器件

10kV 架空线路中，通常在转角杆安装跌落开关作为联络开关，如图 1-11 所示。10kV 架空线路至变压器的电源电缆如图 1-12 所示。

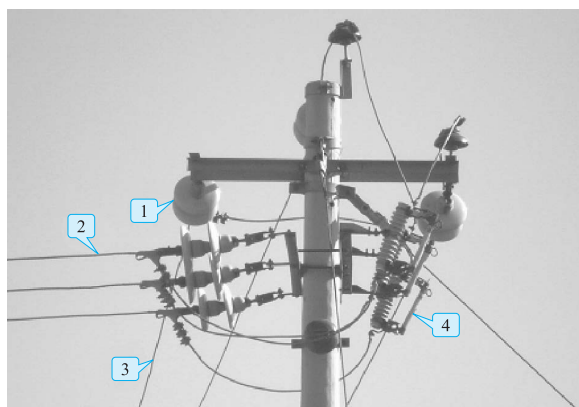


图 1-11 10kV 架空线路中转角杆  
安装跌落开关作为联络开关  
1—绝缘子（悬锤）；2—乙线；3—甲线；4—跌落开关

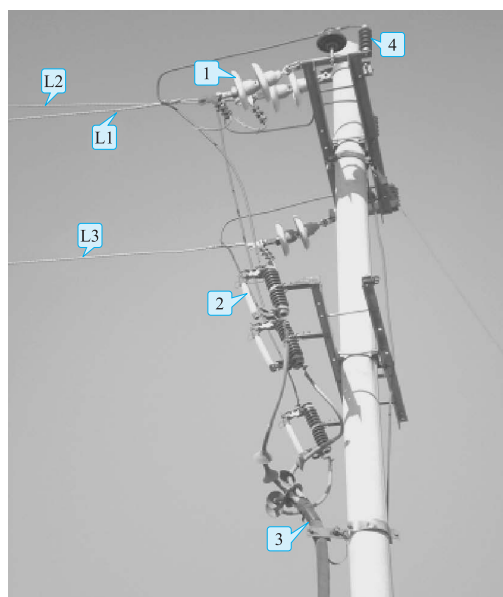


图 1-12 10kV 架空线路至  
变压器的电源电缆  
1—绝缘子；2—跌落开关；3—去变压器  
一次侧电缆；4—避雷器

为了达到两条不同电源的线路相互备用，在两条线路之间安装隔离开关，称为线路联络开关，如图 1-13 所示。为了线路检修方便与安全，联络开关采用三台隔离开关，如图 1-14 所示。

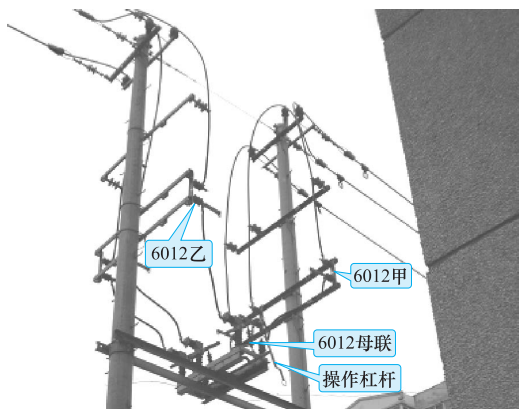


图 1-13 站在开关下看到的两条线路  
之间的隔离开关

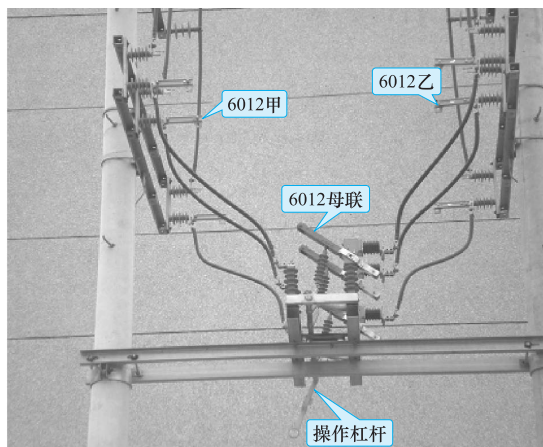


图 1-14 站在开关正面  
看到的三台隔离开关



## 五、10kV 变电站开关柜

许多低压变电站的变压器一次电源来自 10kV 的变电站，10kV 变电站高压开关柜如



图 1-15 所示。

低压变电站的变压器电源可来自架空线路或上一级变电站的高压开关柜，即通过电缆经过开关或直接与变压器高压侧连接。变压器二次侧用母线穿过变压器室连接到（二次）低压隔离开关，然后再接到低压配电屏的主母线上，再经配电盘上的开关分配给用电设备及用户的地方就称低压变电站。

在电气图纸中，设备是用规定的图形符号和文字符号表达的，架空线到变压器一次开关连接单线图如图 1-16 所示。



图 1-15 10kV 高压开关柜

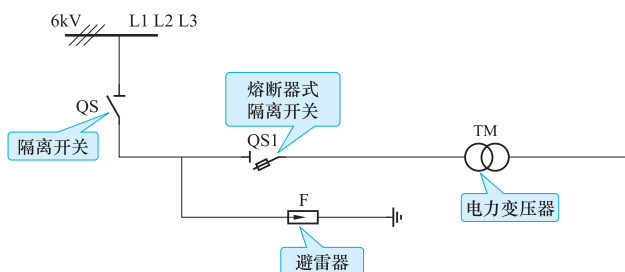


图 1-16 架空线到变压器一次开关连接单线图

### 第三节 变压器一次和二次开关的连接

本节仍是通过实物照片介绍变压器一次和二次开关的连接方式。从上一级变电站引来的电源电缆与变压器高压侧端子的连接如图 1-17 和图 1-18 所示。其中，图 1-17 为室内变压器无一次开关的连接，图 1-18 为变压器一次电缆经过开关与变压器高压侧端子连接。图 1-19 所示为变压器二次开关与安装在变压器室内的场景。

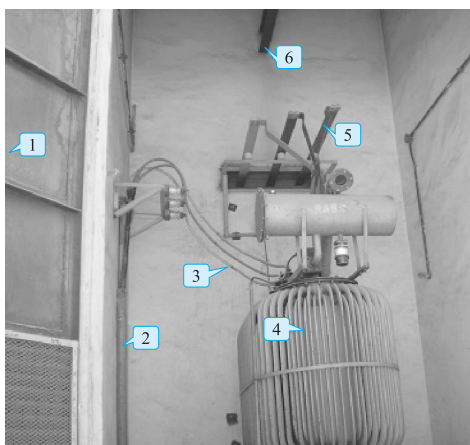


图 1-17 室内变压器无一次开关的连接  
1—门；2—电缆保护管；3—变压器一次电缆；  
4—变压器；5—变压器二次母线；6—工字钢



图 1-18 室内变压器一次可与墙上的开关的连接  
1—百叶窗；2—变压器一次隔离开关；3—门；4—变压器；  
5—变压器二次母线；6—电缆保护管；  
7—变压器一次隔离操作把手；8—一次电缆

变压器二次母线与变电站二次隔离开关电源侧连接方式如图 1-20~图 1-22 所示，其中，图 1-20 为变压器二次开关与配电盘的连接（盘后看），图 1-21 为变压器二次开关与低压盘的连接（盘前看），图 1-22 为三台变压器的变电站二次开关与配电盘的连接。

变压器二次隔离开关的实物如图 1-23 所示。

从电力变压器二次侧经过隔离开关与配电盘母线的连接，用电路图的方式表达出来，即为变压器二次连接简图，如图 1-24 所示。

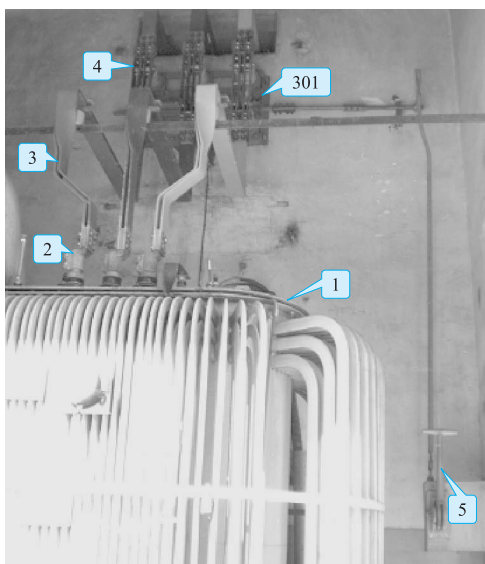


图 1-19 变压器二次开关安装在变压器室内  
1—变压器；2—变压器二次端子；3—变压器二次母线；  
4—变压器二次隔离开关；5—二次隔离开关操作把手

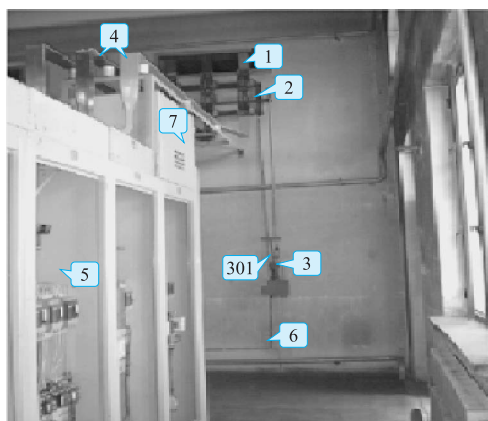


图 1-20 变压器二次开关与配电盘的连接（盘后看）  
1—1号变压器二次母线；2—1号变压器二次隔离开关；  
3—1号变压器二次隔离操作把手；4—变电站  
I段母线；5—配电盘上开关；6—接地线；7—配电盘



图 1-21 变压器二次开关与低压盘的连接（盘前看）



图 1-22 三台变压器的变电站二次  
开关与配电盘的连接

1—1号变压器二次隔离开关；2、3—2号变压器二次隔离开关；  
4—变电站 I 段；5—变电站 II 段；6—过桥母线；  
7—2号变压器二次隔离操作把手

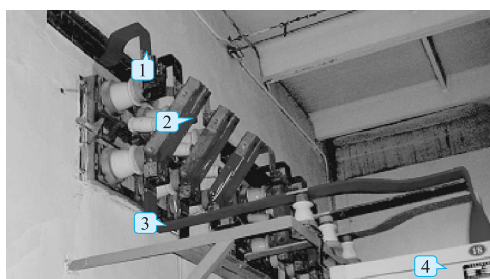


图 1-23 变压器二次隔离开关  
1—隔离开关电源端；2—隔离开关；  
3—隔离开关负荷端；4—低压盘

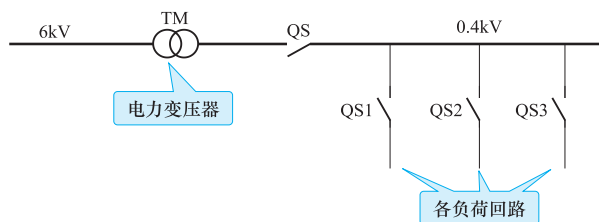


图 1-24 变压器二次连接简图

## 第四节 低压变电站母联与回路馈出

一般厂矿的低压变电站采用两台变压器供电，两段母线之间分别安装隔离开关，通过隔离开关的合分，将两段母线连接或分离，这个开关起到两段母线联络作用，故称母联隔离开关。在盘前看到的母联隔离开关的操作把手和编号如图 1-25 所示。盘后看到的母联隔离开关如图 1-26 所示。图中两段母线间绝缘连接板的作用是将两段母线隔离。



图 1-25 变电站低压母联隔离开关  
操作把手和编号

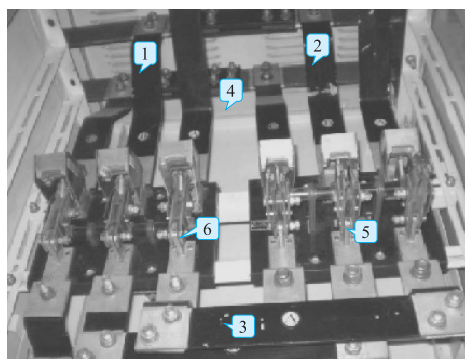


图 1-26 变电站低压母联隔离开关（盘后）  
1—I 段母线；2—II 段母线；3—母联；  
4—两段母线绝缘连接板；5—I 段母线  
隔离开关；6—II 段母线隔离开关

变电站低压母联主电路如图 1-27 所示。

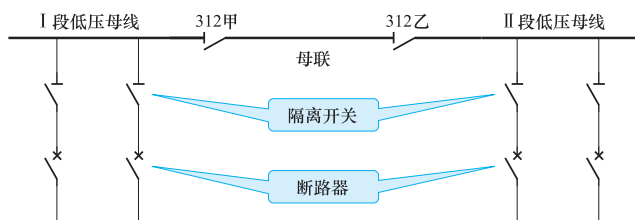


图 1-27 低压母联主电路

• 低压母联的编号规则 •

对于低压母联的编号是这样的，低压母联为两台隔离开关时，与 1（一般写为 I）段母线连接的编号为 312甲、与 2（一般写为 II）段母线连接的编号为 312乙。在填写到闸操作顺序时，用名称和数字编号。

从盘前看，变电站的母联如图 1-28 所示。变电站单隔离开关的母联电路如图 1-29 所示。



图 1-28 变电站的母联（盘前看）  
1—操作把手；2—传动机构

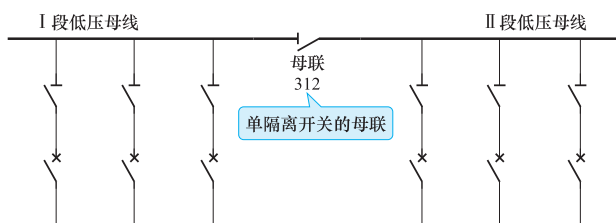


图 1-29 变电站单隔离开关的母联电路

图 1-30 所示为从盘后看到的单隔离开关的母联实物。

在变电站低压母线下安装各种不同的开关，是根据回路需要匹配的。到下一级变电站的电源也称馈出线。图 1-31 中的 01-1 就是向下一级变电站馈出的 1 号线，是采用万能低压断路器馈出的。

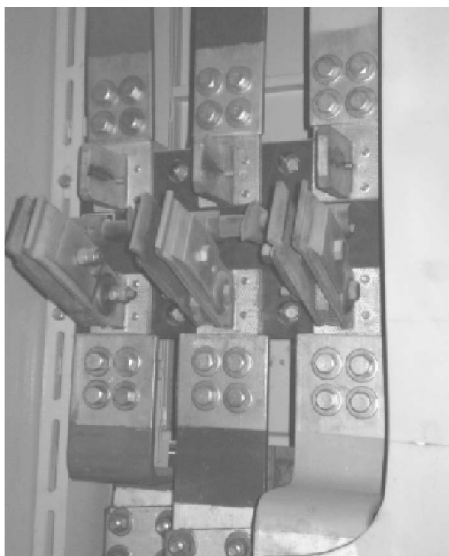


图 1-30 单隔离开关的母联（盘后看）实物



图 1-31 采用隔离开关与低压断路器馈出





采用隔离开关与低压断路器相匹配的馈出回路，当回路发生过负荷、接地、相间短路时，能自动掉闸。排除故障后重新合上即可，操作方便。出现紧急故障时，可以直接断开馈出线断路器。

图 1-32 所示为采用隔离开关与熔断器馈出。

采用隔离开关与熔断器相匹配的馈出回路是最简单的线路，投资少，操作容易，但当回路发生一般性过负荷时，熔断器不能起到保护作用，只有在发生接地，相间短路时，熔断器熔断，起到短路保护。采用隔离开关与熔断器相匹配的馈出回路，是不可带负荷直接拉开隔离开关和熔断器的。馈出回路必须采用四芯电力电缆，连接方法如图 1-33 所示。

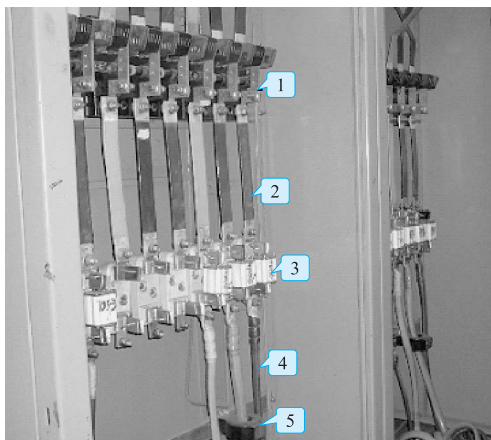


图 1-32 馈出线采用熔断器馈出  
1—隔离开关；2—母线；3—熔断器；  
4—电缆；5—电流互感器

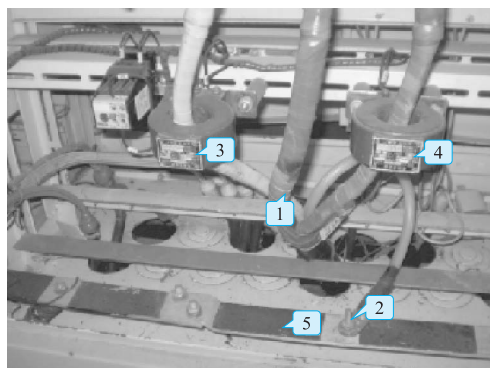


图 1-33 四芯电力电缆连接方法  
1—馈出线电缆；2—电缆接零；3—电流互感器；  
4—电流互感器；5—零母线