

安装工人应知丛书

电气安装工

(四级工)

中国建筑工业出版社

安 装 工 人 应 知 从 书

电 气 安 装 工

(四 级 工)

刘 文 亮 编

中 国 建 筑 工 业 出 版 社

本书系《安装工人应知丛书》之一，内容是根据原国家建工总局颁发的《安装工人技术等级标准》（试行）中对电气安装工四级工所规定的应知项目顺序作出答案，其中包括：10千伏以下变电所的识图；变压器极性及三相电动机起末端的检查方法；各种接地、避雷装置的要求及接地电阻测定方法；10千伏以下变、配电站停、送电及电动机起动程序和操作注意事项；从外观或常用仪器辨别10千伏以下常用材料和设备好坏的方法；晶体管、可控硅的基本电路知识；搬运电气设备的常识；安装防爆、防火、防腐、防潮、防尘等特殊电气工程的基本知识。

本书供电气安装工考工复习参考使用，也可做技术培训的参考读物。

安装工人应知丛书

电 气 安 装 工

（四 级 工）

刘文亮 编

*

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷（北京阜外南礼士路）

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：4 $\frac{3}{4}$ 字数：97千字

1983年12月第一版 1983年12月第一次印刷

印数：1—44,100册 定价：0.37元

统一书号：15040·4566

出 版 说 明

本丛书是根据原国家建筑工程总局颁发的《安装工人技术等级标准》（试行），针对各级安装工人规定的应知项目和具体要求编写的，适合具有初中以上文化程度，并具备该工种相应级别的基础知识和操作技能的安装工人阅读。

本丛书是按照《安装工人技术等级标准》（试行）所列的应知项目顺序作答，解答内容尽量保持知识的系统性和完整性，以帮助各工种的安装工人考工复习参考使用。

本丛书按不同工种和等级分册编写，陆续出版。

中国建筑工业出版社

目 录

一、看懂10千伏以下变、配电所或一般建筑的动力照明施工图和一般外线图	1
(一)变、配电所电气主结线图的基本图例及主要电器的作用	1
(二)变、配电工程施工图的识图	6
(三)一般居民楼及小型车间的动力照明施工图的识图	13
(四)一般电气外线图的识图	17
二、变压器极性及三相电动机起末端的检查方法	19
(一)变压器极性测定	19
(二)三相电动机绕组起末端的检查方法	20
三、各种接地、避雷装置的要求及接地电阻的测定方法	23
(一)各种接地的基本原理	23
(二)对各种接地装置的技术要求	35
(三)对防雷装置的要求	47
(四)接地电阻的测量	51
四、10千伏以下变、配电站停、送电及电动机起 动程序和操作注意事项	59
(一)10千伏以下变、配电站停、送电的操作程序	59
(二)鼠笼式异步电动机的起动	60
(三)绕线式异步电动机的起动	66
(四)直流电动机的起动	68
五、从外观和常用仪器辨别10千伏以下常用材料 和设备好坏的方法	70

(一) 电力变压器	70
(二) 高压开关	70
(三) 成套配电柜(盘)及动力开关柜	71
(四) 低压电器	72
(五) 电机	73
(六) 蓄电池	74
(七) 电气器具	74
(八) 混凝土电杆	75
(九) 裸导线、绝缘子	76
(十) 电缆及绝缘导线	76
(十一) 母线	76
(十二) 钢管	76
六、晶体管、可控硅的基本电路知识	77
(一) 半导体的种类和特点	77
(二) 二极管	79
(三) 二极管整流电路	83
(四) 三极管	88
(五) 三极管的放大作用	89
(六) 三极管放大电路	92
(七) 晶体管开关电路	94
(八) 可控硅	98
(九) 可控硅整流电路	100
(十) 可控硅触发电路	104
(十一) 稳压电路	108
七、了解搬运电气设备的常识	112
(一) 搬运工作的一般规则	112
(二) 电气设备的运搬	114
八、安装防爆、防火、防腐、防潮、防尘等特殊 电气工程的基本知识	129

一、看懂10千伏以下变、配电所 或一般建筑的动力照明施工图和 一般外线图

在安装工人应知丛书《电气安装工》（二级工）、（三级工）的有关识图内容中，我们已经较详细地介绍了电气识图的基本知识，以及简单的照明、动力系统一、二次线路的原理图、配线图及大样图的识图方法。在掌握识图的基本知识和初步的识图方法以后，就可以进一步学会识读比较复杂的电气系统的原理图和施工图。

下面以容量为1000千伏安、10千伏的变配电所为例，系统介绍变配电所的识图内容和方法。

为了进一步熟悉民用建筑及车间的动力及照明系统的施工图，在本节的第二部分，以一般居民楼和小型车间为例，说明识图方法。

（一）变、配电所电气主结线图的 基本图例及主要电器的作用

电气主结线图通常画成单线图的形式（即用一根线表示三相对称电路）。在个别情况下，当三相电路中设备布置得不对称时，则部分地用三线图表示。主结线的确定对变、配电所电气设备的选择、配电装置的布置以及运行的可靠性和

变电所主接线的主要电气设备符号表

表 1

电气设备名称及文字符号	图形符号	简化图形	电气设备名称及文字符号	图形符号	简化图形
电力变压器 B			母线及母线引出线 M		
断路器 DL			电流互感器 (单次级流变) LH		
负荷开关 F			电流互感器 (双次级流变) LH		
隔离开关 G			电压互感器 (单相式压变) YH		
熔断器 RD			电压互感器 (三线圈压变) YH		
跌落式熔断器 DR			阀型避雷器 FZ		
自动空气断路器 (低压空气开关) ZK			电抗器 DK		

续表

电气设备名称及文字符号	图形符号	简化图形	电气设备名称及文字符号	图形符号	简化图形
刀开关 DK			移相电容器 C		
刀熔开关 RK			电缆及其终端 L		

经济性有较密切的关系。由于主结线图中采用了各种不同的电气设备，而它们之间又要求有一定的连接顺序，故在识读变配电所的主结线图前，应先明确主结线图的主要图例和主结线中各种电气设备的作用。

1. 变电所主结线的主要电气设备的图形符号和文字符号 (表1)

2. 主结线中主要电器的作用

(1) 高压断路器 (或称高压开关)：在电路正常工作时，用来接通或切断负荷电流，在电路发生故障时，用来切断巨大的短路电流。

断路器具有可靠的灭弧装置，其灭弧能力很强。常用的高压断路器是利用绝缘油作为灭弧介质的，称为高压油开关。利用压缩空气作为灭弧介质的，称为高压空气开关。油开关的触头 (包括固定触头和活动触头) 都浸在绝缘油里，依靠电弧的热量使灭弧装置内的绝缘油产生压力，去吹灭触头之间的电弧。按油量的多少，可分成多油式和少油式两种高压油开关。少油式高压开关只利用绝缘油作灭弧介质，而

利用空气和电瓷作为带电体的绝缘介质，故用油量少，但设备外壳带电。多油式高压开关既利用绝缘油作灭弧介质，又用它作绝缘介质，故用油量多，但设备外壳不带电。

(2) 负荷开关：在电路正常工作时，用来接通或切断负荷电流；但在电路短路时，不能用来切断巨大的短路电流。

负荷开关只具有简单的灭弧装置，其灭弧能力有限，仅能熄灭断开负荷电流及过负荷电流时产生的电弧，而不能熄灭短路时产生的电弧。在断开后，有可见的断开点，这是它的特点。

(3) 隔离开关（或称高压闸刀）：隔离开关实质上就是一个耐高电压的刀开关，没有特殊的灭弧装置，所以只有微弱的灭弧能力。故一般只用来隔离电压，仅将已由断路器切断、没有负荷电流流过的电路接通或断开，而不能用来接通或切断负荷电流。隔离开关的主要用途是当电气设备需停电检修时，用它来隔离电源电压，并造成一个明显的断开点，以保证检修人员工作的安全。

为了实现6~10千伏变配电所的经济性，有关设计规范允许在下列情况下采用隔离开关进行操作：

- 1) 开合电压互感器及避雷器回路；
- 2) 开合励磁电流不超过2安的空载变压器；
- 3) 开合电容电流不超过5安的空载线路；
- 4) 开合电压为10千伏及以下、电流为15安以下的线路；
- 5) 开合电压为10千伏及以下，环路均衡电流为70安及以下的环路。

(4) 高压熔断器：在短路或过负荷时能利用熔丝的熔

断来断开电路，但在正常工作时不能用它来切断和接通电路。

将断路器、负荷开关、隔离开关和高压熔断器等的价格相比较，断路器是各种开关电器中最贵的，而熔断器的价格最便宜。所以，在一定的条件下，用高压熔断器和负荷开关或隔离开关配合使用以代替价格昂贵的高压断路器，对节约工程投资起到一定的作用。

(5) 电流互感器（或称为CT）：将电路中流过的大电流变换成小电流（额定值为5安），供给测量仪表（如电流表、电度表、功率表）和继电器的电流线圈，这样就可以用小电流的仪表间接测量大电流。

电流互感器通常有一个原线圈（匝数少）和一个或两个副线圈（匝数多）。原线圈是串联在电路中的。原、副线圈互相绝缘并且绕在同一个铁芯之上，通过电磁感应，把原线圈的大电流按一定比例变换成副线圈的小电流。特别要注意在使用中电流互感器（CT）的二次侧不允许开路。

(6) 电压互感器（或称为PT）：将高电压（6、10、35千伏等）降为低电压（一般额定值为100伏），供给测量仪表（电压表、电度表、功率表）和继电器的电压线圈，这样就可以用低压仪表间接测量高压。

电压互感器的基本结构是由两个或三个互相绝缘的线圈绕在同一铁芯上所组成，原线圈匝数多，副线圈匝数少，通过电磁感应，把高压按一定比例变换成低电压。电压互感器的原线圈是与高压电路并联的。特别要注意在使用中电压互感器（PT）的二次侧不允许短路。

此外，还有避雷器、电抗器、移相电容器等电气设备。

(二) 变、配电工程施工图的识图

变、配电工程施工图中包括有一次回路系统结线图、二次回路接线图以及平面布置图等。

1. 一次回路系统结线图 它是用来表示电气设备的组成部分及其连接方式等，可用多线图表示，也可用单线图表示，常用的是后一种，所有的电气设备均处于不带电状态。

图 1 是 10 千伏变电所一次回路系统结线图的图例。

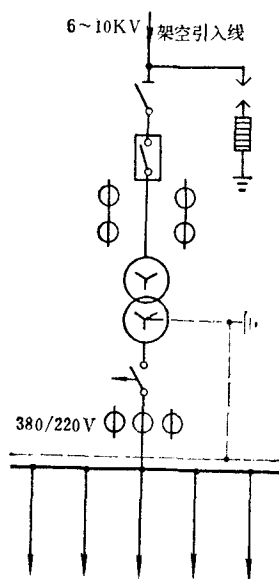


图 1 变电所一次回路系统图

变压器高压侧选用隔离开关和高压断路器。高压断路器作为正常运行时接通或断开变压器之用，并作为故障时切除变压器之用。隔离开关作为断路器、变压器检修时隔离电源之用，故要装设在断路器之前。 LHa 、 LHc 为双次级电流互感器，以测量高压侧电流。

为了防止电气设备遭受大气过电压的袭击而损坏，6~10 千伏电源当为架空线路引进时，在入口处装设避雷器，并采用不少于 30 米的电缆引入段。

1000 千伏安供电变压器，Y-Y 接法，低压侧中性点采用接地零线。低压侧与低压母线间选用自动空气断路器，在变

电所停电时，可切除低压侧负荷。 LHa 、 LHb 、 LHc 供测量低压侧电流用。380/220 伏 低压 母线接出五个 配电支路。

一次回路系统结线图还要与高压开关柜及低压开关柜的实际布置状况相对应，故有回路位置编号和排列次序问题。通常是将母线画在上端，回路画在下部。在表示高低压开关柜的下端，采用设备表的形式来表明柜内设备规格和柜的编号、型号，并注明回路名称、设备容量、计算电流，及选用的导线及电缆的规格。图 2 为高压开关柜的设备表的图例。

在系统图中，通常不表明电气设备的具体安装位置，因此，需要借助于平面图和剖面图表示，在这些图纸上对每台设备的安装位置、具体尺寸等都有详细的标注，如图 3 所示。

从图 3 上可见，在高压部分剖面图上的左上侧可见架空进户的三相高压线经过穿墙瓷套管 1 引入，再经高压隔离开关 2 及柜内高压少油断路器，连接到高压开关柜的高压硬母线 6 上，再引到降压变压器的一次侧的出线端，经过变压器降压后的低压，自低压硬母线引出，再通过低压母线穿墙板，连接到隔离开关上，从这里再引到低压配电屏上。

2. 二次回路接线图 配电盘、开关柜和其它控制设备内的操作、保护、测量、信号及自动装置等线路，称为二次线路。按其用途可分为原理图、展开图和安装图三种。

(1) 原理图：二次接线原理图是用来表示各个回路（如测量、信号、继电保护和自动装置等）的工作原理和相互作用。在图上不仅表示出二次回路中各元件的连接方式，而且还表示了与一次回路有关的部分。图 4 是变压器过流保护二次接线原理图。

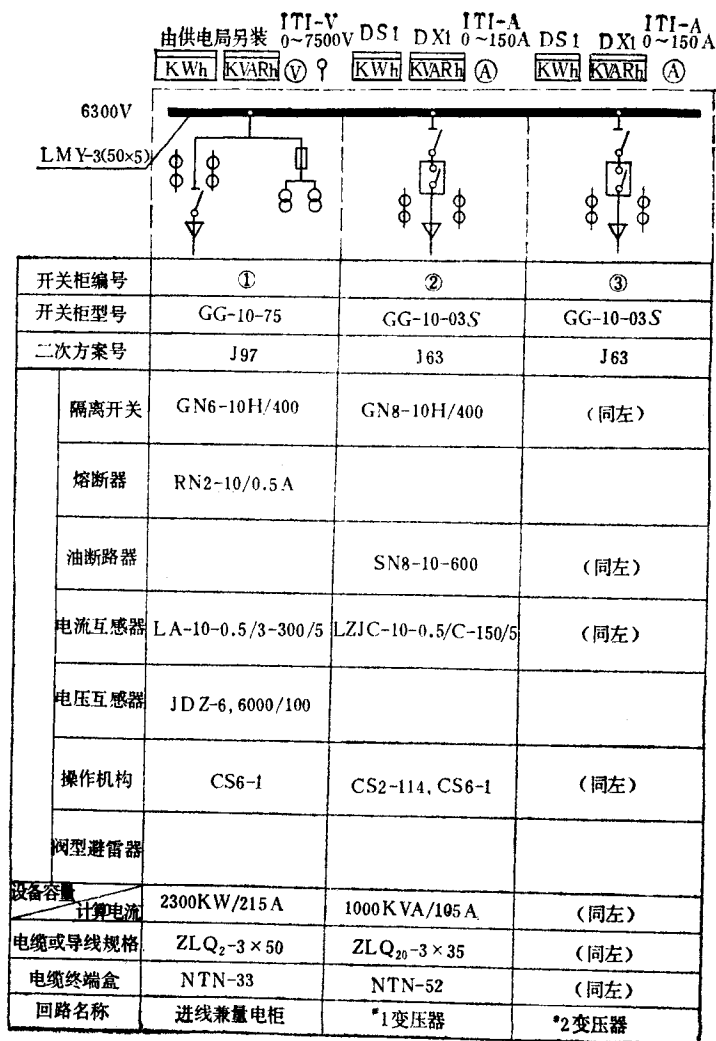


图 2 高压开关柜的设备表图例

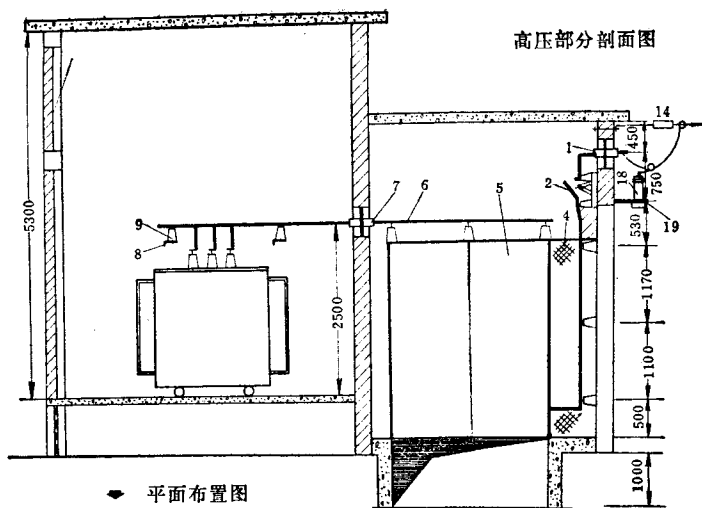
(2) 展开图：它是原理图的一种实用形式，由于展开图简单，易于看清动作顺序，所以在设计和施工中应用较为广泛。在展开图中，每个电气设备的线圈、连线和接点，是按照它们所完成的动作回路画成的。同一动作回路画在一起，如果不在同一回路就不画在一起。回路的排列顺序，通常是由上到下或由左到右，旁边注有每个动作回路的说明。为了便于查出图上各元件是属于哪个设备或仪表以及该元件的性质，在每个元件上都标有文字符号，而每个不同性质的元件也画成不同样子的图形符号。图5是二次电流回路展开图。

从图5上可见， $2LHa$ 、 $2LHc$ 是电流互感器的第二个次级绕组。当三相变压器产生单相匝间短路或接地故障时，则使过电流继电器 LJ 动作，接通其常开触点，随后即接通油断路器 YOD 的跳闸线圈 SLT ，从而将油断路器从电源上切断。

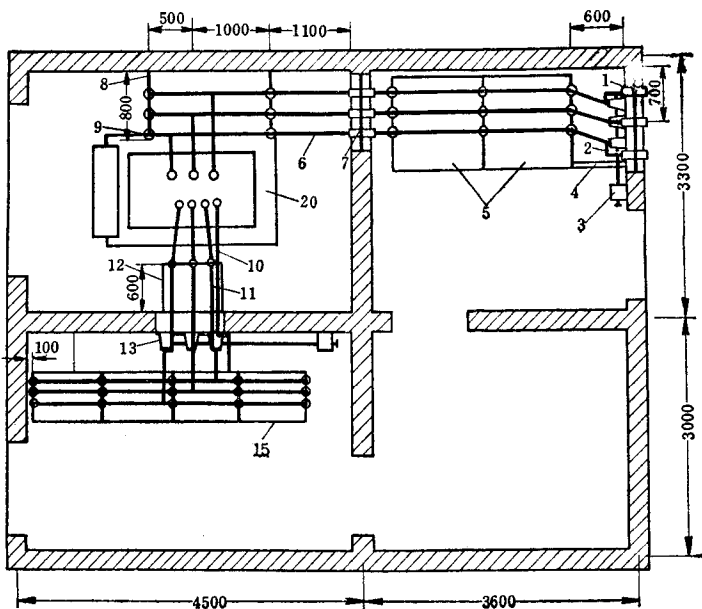
(3) 安装图：二次接线安装图，也叫作二次配线图，是用来表示电器和仪表的实际接线方式，反映实物的具体安装位置。施工时，可用此图来进行配线。

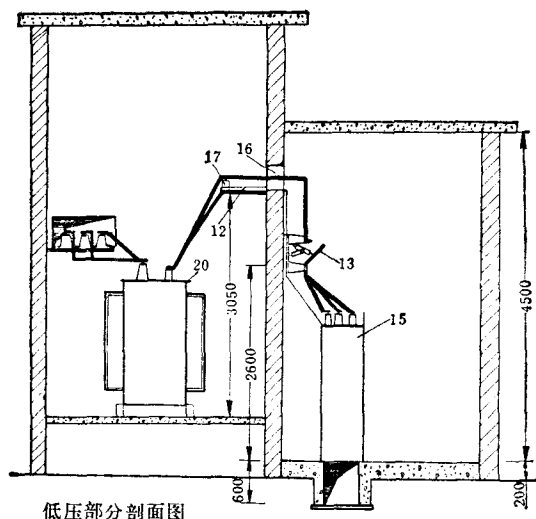
在二次接线安装图中，由于线路较多，各个环节和整个线路的联系关系和动作原理不易看懂，所以线路中的每根导线都标上标号，导线标号是根据原理图编制的。因此，在配线前，先结合原理图和展开图联系对照来看图，在了解了每根导线的作用和导线之间的联系后，再作配线。图6是二次配线安装图。

高压部分剖面图



平面布置图





低压部分剖面图

图 3 10千伏变电所系统布置图

1—高压穿墙套管；2—隔离开关；3—隔离开关操作机构；4—保护网；
5—高压开关柜；6—高压母线；7—穿墙套管；8—高压母线支架；
9—支持绝缘子；10—低压中性母线；11—低压母线；12—低压母线
支架；13—隔离开关；14—架空引入线架及零件；15—低压配电屏；
16—低压母线穿墙板；17—绝缘子；18—阀型避雷器；19—避雷器
支架；20—电力变压器

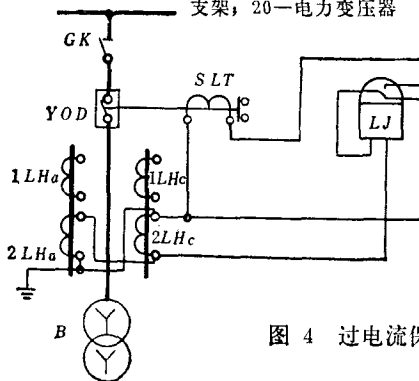


图 4 过电流保护二次接线原理图