

农村发电厂电气设备

潘 求 泰著

水利电力出版社

目 錄

第一章 緒論	3
第1节 我国电力工业的发展	3
第2节 电在农村中的用途	3
第二章 农村中电的来源	5
第1节 农村中的发电站	5
第2节 农村中的变电所	10
第3节 农村电力系统	11
第三章 电器	15
第1节 电路图及电器的代表符号	15
第2节 几个名詞的意义	21
第3节 闸刀开关和切换开关	22
第4节 低压保險和高压保險	24
第5节 低压空气开关	29
第6节 隔离开关	30
第7节 油开关	33
第8节 表用变压器	35
第9节 表用变流器	36
第10节 母綫	39
第11节 蓄電池	40
第四章 測量仪表	41
第1节 农村电站常用的測量仪表	41
第2节 安培表	41
第3节 伏特表	43
第4节 瓦特表	46
第5节 电度表	47

第五章 配电设备.....	50
第1节 低压配电盘	50
第2节 柱上式变电所	58
第六章 电气设备的运行与维护.....	58
第1节 运行前的准备工作	58
第2节 发电站电气部分的运行	61
第3节 电气设备的维护	66

第一章 緒 論

第1节 我国电力工业的发展

我国在国民党反动統治时期，发电厂是很少的。生产出来的电，大部分是用在日常生活的消費上，尤其是那些官僚资本家和城市地主們消費的特別多，只有一小部分用在工业生产上。在国民党匪帮撤退时，他們还对这些生产电能的设备，进行了瘋狂的破坏。

解放以后，电力工业回到人民手中，在党的领导和苏联專家的帮助下，用了三、四年的工夫，我們就把所有能生产电能的发电设备都修复好了。这些设备生产出来的电能对我国恢复时期的生产建設起了很大的作用。

現在我国第一个五年計劃已經完成了，在很多地方建立起新的发电厂和許多电压很高的輸送电力的綫路，使我国生产电力的能力比1952年大一倍还多。这比旧中国七十多年所建設的电力工业都多，所以我国电力工业的发展速度是非常快的。

在总路綫的鼓舞下，我国已經出現一个空前未有的农业生产的高潮。农村小型发电站在农业生产大跃进中起着重要的作用。目前我国农村已經建成了許多小型发电站，今后还将繼續在农业地区有計劃地大量修建小型水电站、裝設有蒸汽机和煤气发动机的火电站，以及风力、沼气电站等，使农业生产逐步走向电气化。

第2节 电在农村中的用途

苏联在卫国战争后，农业电气化很快地恢复并发展起来

1A M37/06

了。到1949年初，农村电站总容量为52万瓩，年用电量为7亿度。全国有17,700个集体农庄和5,500个机器拖拉机站电气化了。在某些省份(例如斯維尔德洛夫省)，已經电气化的集体农庄达98%之多。发电容量比1940年將近增加一倍，照明和农业生产主要过程的用电有很大的增長。現將其农业的各方面用电情况略作介紹：

1. 田間作业。

(1) 电力耕地。在社会主义农业的发展进程中，苏联在設計优良的电气拖拉机方面已經取得了巨大的成就，目前已逐步采用电气拖拉机来耕地了。电力拖拉机的功率为45瓩，每年每台約耕地500公頃。

(2) 电力脱粒。电力脱粒是十分有效的。采用电力脱粒比拖拉机傳动脱粒所用人力要减少一半，在谷粒損耗方面也要减少一半。脱粒所用的电量与农作物的种类有关，一吨小麦脱粒約須用十度电，而一吨大麦脱粒約須八度电。

(3) 淨种。簸淨谷物所用电量不大，大約0.2~0.4度电就可簸淨谷物一吨。

2. 灌溉。在干旱地区內采用电力抽水灌溉是很必要的，一个20匹馬力左右的抽水站，可灌溉面积約35公頃，比其他方法經濟而可靠。苏联在某些地区(湿度較不正常的地区)还采用人工降雨的灌溉方法，用电力將水压入人工降雨器，使水从器中噴出，如雨般的落到土地上，增加了灌溉的效率。

3. 养畜业。在牛奶場中，給水、制作飼料、燒水、挤奶、排除粪便等全部生产过程以及場內照明都須要使用电。其他如养猪場、养羊場、养馬場等亦采用电力給水和照明。

4. 养禽业。在养禽場中如养鷄所用育雛器和人工孵卵器、場內照明亦都要求用电。

5. 农业原料加工。如磨粉坊、糖厂、榨油厂、制酒厂等則需用較多的电力。

6. 公用电和生活用电。如自来水、电影院、照明及各种电热用具的用电等。

根据水利部北京勘测设计院水电組的調查資料，目前我国农村用电主要为照明用电、碾米、磨面、脱谷、榨油灌溉等。

农业电气化在經濟方面的利益是很明显的，根据苏联現有資料，1 度电可以代替 1 个体力劳动日的工作。在养畜业中应用电力，可使劳动力节省 50%。所以就在我国來說，1 度电的代价还是远較 1 个劳动力的代价为低的。此外，对农民文化生活的提高亦是有很大好处的。农村中有了电，就可以开设电影院，农民家中亦可以安装收音机和用电灯照明。为了满足农民的物質和文化生活的需要，随着农业生产发展情况来逐步建設农村电站，已經是一項必要进行的工作了。

第二章 農村中电的來源

第 1 节 农村中的发电站

如果村庄不在工业电力系統的供电範圍內，或者虽在工业电力系統的供电範圍內，而由农村就地建立发电站經濟上更合算的时候（苏联农业电气化的經驗証明，在工业电力系統的供电範圍內，特别是沒有高压輸电綫直接經過的地方，即使是建立 350~400 瓩容量不大的水电站，往往也是合理的），农村可以自行建立发电站，供給农业用电。在农村中建立的发电站，一般有：（一）水力发电站；（二）火力发电站；（三）风力发电站等几种。現分別將各种发电站的电力生产过程及其特点，作簡

單說明。

1. 水力发电站

水力发电站是利用水流的冲击力量来发电的。欲利用水流的冲击力量，就必须得到一个水头。根据河流的坡度、大小和地区的地形条件，可用两种方法造成水头：（一）在坡度不大的平原河流上，可以横断河流建筑一个拦河水坝，使坝前面的上游水位高于坝下面的下游水位，而得到水头。用这种方法取得水头的发电站，叫做坝式的水力发电站；（二）在坡度甚大的山地河流上，可以从河中建筑一个引水的渠道来得到水头。这种发电站，叫做渠道式的水力发电站。

现介绍一个渠道式的水电站，来说明水电站的电力生产过程。图2-1表示此水电站的外形。将水从河流的甲点，用比河床坡度小得多的小坡度渠道引出。因此，引水渠的终点乙的水位即比天然河床中的丙点高得多，结果就得到一个集中的水头，水从输水管流下来后，就能有力的推动水轮机的动轮，如图2-2所示。这是一种两击式的水轮机，水从输水管的喷嘴喷出后，两次冲击水轮机的动轮，而后泄入下游。水轮机的轴，一般是用皮带轮和发电机的轴相连的，水轮机的动轮转动时，就带着发电机一起转动，发电机转动后就能发出电来。

发出来的电用导线从发电机引出来，经过配电设备，给以控制和分配，一小部份留给发电站自己用，其余的大部份输送到发电站外面的用电地方去用。

目前我国所建的农村水电站中，广泛地使用木制旋桨式水轮机。这样不仅可以降低成本，节约钢铁，而且可以就地制造。此种水轮机适用于较小的水头，一般在1.2~2.0至5~6公尺。

建立水电站的最大优点，就是发电成本低。我国中小河道有丰富的水能可以利用，特别是在1957年冬天，我国农民大力

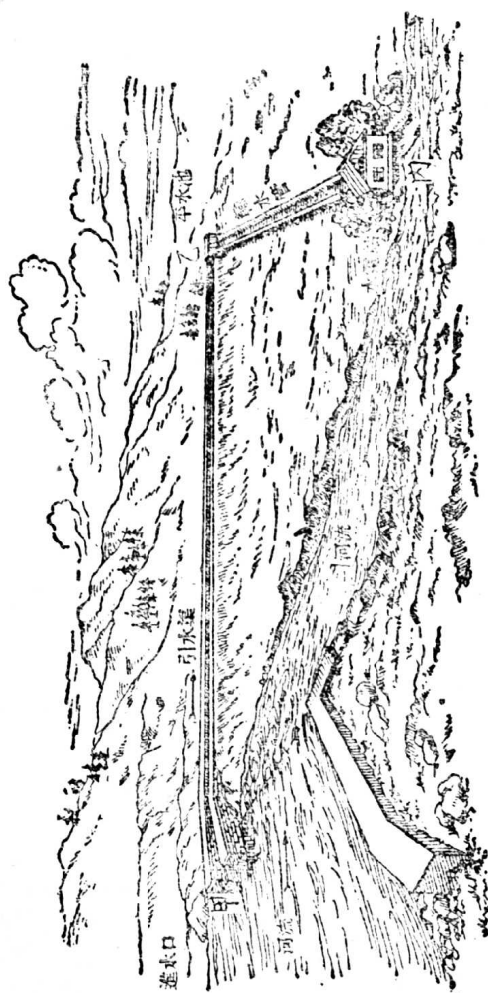


图2-1 渠道式水电站外形图

兴修水利，建筑了不少灌溉和防洪用的水库，以及很多的灌溉渠道。这些水利工程，有不少处是可以利用来建立农村水电站的。在建筑费用方面，由于我们农村有巨大的劳动力和采取就

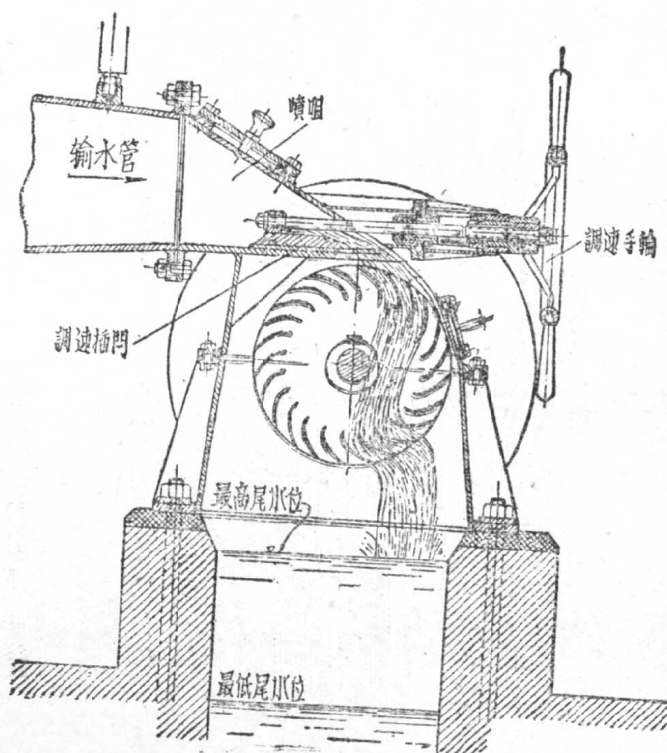


图2-2 水轮机过水情况图

地取材、因陋就简的办法，将使建筑费用大大减低。根据浙江省水利局的经验，目前我国建立一座10—20瓩的小型渠道式水电站，只需15000—20000元。所以，今后这种利用廉价水能来发电的水力发电站是会蓬勃发展的。

2. 火力发电站

凡是烧煤、柴油、煤气、木柴或其他燃料来发电的，我们都把它叫做火力发电站。

农村附近如果出产煤、煤气、木柴等燃料，就可以建立一

个用蒸汽的力量来发电的火力发电站。在发电站中，裝有蒸汽鍋炉和与发电机相連接的汽輪机。要发电的时候，用一个叫做給水泵的抽水机器，將水打到鍋炉中去，然后在鍋炉的炉膛里燒煤或其他燃料，就能使鍋炉内部的水，变成压力很大、温度很高的蒸汽。再用管子將蒸汽引到汽輪机中，蒸汽冲动汽輪机内部的叶片，汽輪机馬上轉动起来，和它連在一起的发电机亦就被它帶动，而发出电来。

在小型的火力发电站中，一般不用汽輪机，而采用一种象火車头上所裝的蒸汽机，把鍋炉中的蒸汽用管子引到蒸汽机中，亦一样能使发电机轉动，发出电来。

农村附近如出产柴油这一类的燃料，可以裝一个象汽車头上所用的內燃机，將油送到內燃机汽缸內燃燒，亦可以得到力量，使发电机轉动发电。

上面所談的蒸汽鍋炉、汽輪机、蒸汽机、內燃机等设备的構造、作用原理和使用方法在本从書的其他分册中有詳細叙述，所以这里只作簡單的介紹。

火力发电站发电成本比較貴，所以只有本地出产燃料时，特别是低值燃料时，建立火力发电站在經濟上才是合算的。

3. 风力发电站

假如我們的农庄是在一个經常刮风的地方，我們还可以利用风力来发电。

图2-3表示一个风力发电站。在高大的风車塔頂上，裝着一套能轉变方向的风車架。风車架的尾端有一張很大的鉄叶子，叫做风向翼。风向翼受了风力，就轉动风車架，使它的前部正对着风吹过来的方向。这样，风車架前面的风帆就可以迎着风力，随风轉动。倘若风改变了方向，由于风向翼的作用，风車架也就自

动地改变了方向。因此，风帆永远是迎着风轉的。当风帆旋轉的时候，就帶着裝在屋里的发电机一起旋轉，发出电来。

建立风力发电站的好处，就是用錢不多，发电成本便宜。但是利用风力发电的发电站，一般容量都很小，而且天空中的风大小不定，用电难以得到保証。

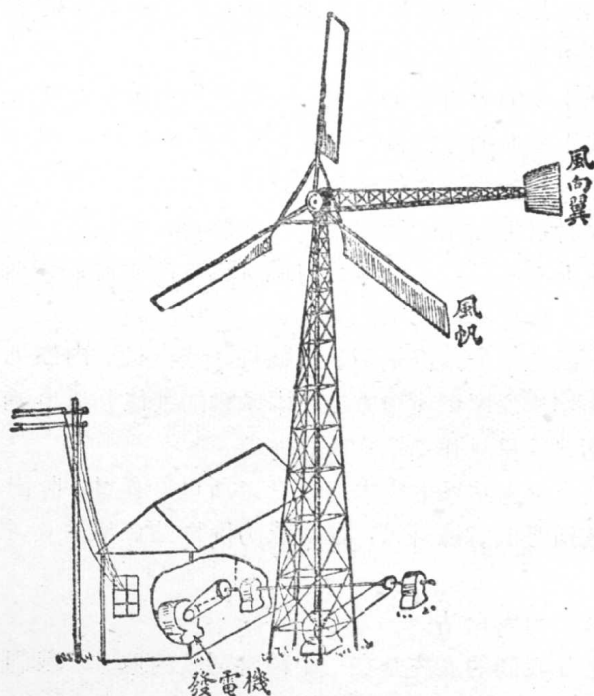


图2-3 风力发电站

第2节 農村中的变电所

如果农村的位置是在工业电力系统供电的范围内，特别是在工业綫路通过的地方，可以建立一个降压变电所来得到电

能。一般來說，这种取得电能的方法，要比农村自己建立发电站发出电能的价钱便宜一些。

当农村附近或经过农村的电力线路的电压是35千伏和6千伏或10千伏时，我们可以直接从电力线路上引出分路，分别的将电能分配到用电的地方去，然后再降低电压到220伏或380伏，送到各个电能用户使用。倘若电力线路的电压是110千伏或更高的电压时，则首先要将电压用变压器降低到6千伏或10千伏，再进行电能分配，这样做比直接用110千伏或更高的电压进行电能分配要省钱。

在农村中将6千伏或10千伏和35千伏的电压降低到220伏或380伏的降压变电所，大多数是装在电杆上的，有一台容量不大的变压器。这种装在电杆上的变电所，我们叫做柱上变电站，它的构造将在本书第五章中谈到。

第3节 農村電力系統

我国农业电气化的工作正在开始，已建立的农村发电站还不多，目前还是由孤立的农村发电站向农业电能用户供电，发电站中发电机的电压，一般是选用低压的，其电压为400/230伏，即发电机的线电压是400伏，而它的相电压是230伏。这种低压发电站，对于距发电站较近的电能用户，采取直接供电方式，如图2-4所表示。

然而大多数发电站都是建立在河流旁边或燃料产地附近，往往离开电能用户较远。要把电能送到相当远的距离时，采用较高的电压6千伏或10千伏是合理的，但这样必须有升压变电所和降压变电所，如图2-5所示。

上面所谈的这种由孤立的农村发电站向农业电能用户供电的方式是不可靠的，只要发电站中的发电设备或输送电力的线

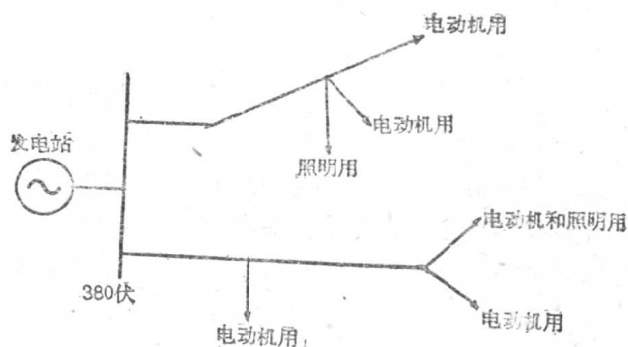


图2-4 由低压发电站直接供电的原理图

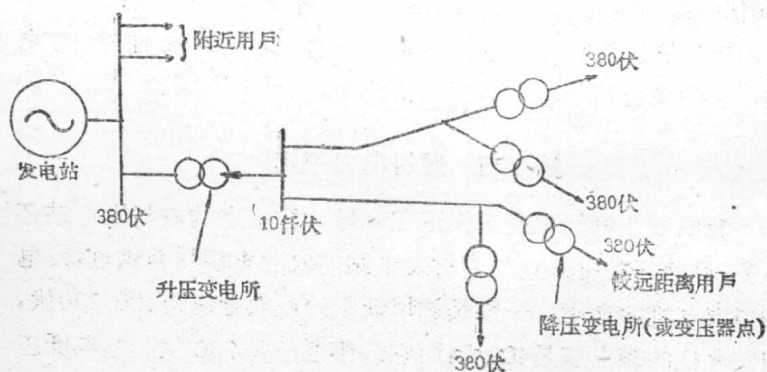


图2-5 低压发电厂升压后再向用户供电的原理图

路发生故障，就不能向用户供电。随着农业电气化的发展，农业电能用户对不间断供电的要求，将愈来愈高。这就向我们提出了建立农业电力系统的问题。所谓电力系统，就是由发电机、配电设备、升压及降压变电所、输电线路及电能用户所组成的一个整体。一个农业电力系统包括了若干个农村发电站，最好是既有水力发电站也有火力发电站。这样就可以在水源旺盛

的季节，多利用水力发电站发电，减低发电成本，而在水源不足的季节，可以由火力发电站保持供电。同时，当有一个发电站的发电机或某一电力线路发生故障时，就可以由其他发电站或其他电力线路来供电，保证了供电的不间断。建立了农业电力系统的好处，除能增加对用户供电的可靠性和减低发电成本外，还可以提高电能质量和减少技术管理人员。图 2-6 说明农业电力系统的接线原理。

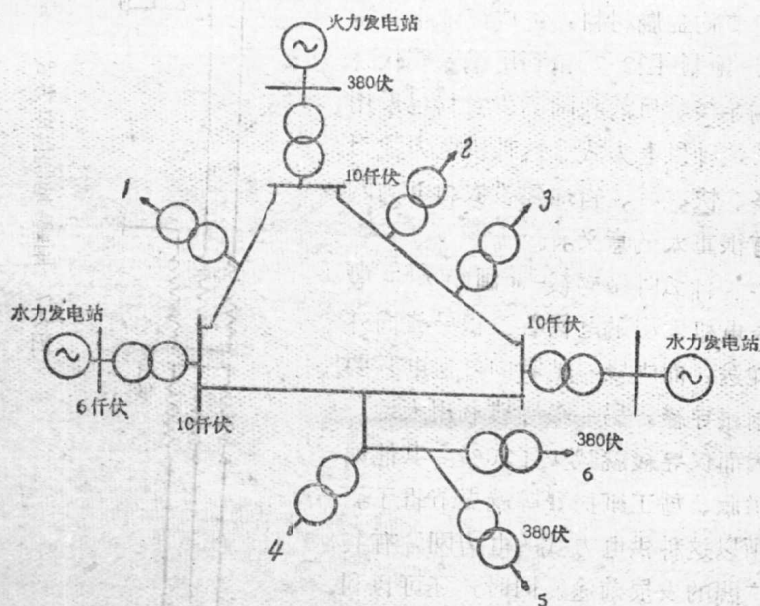


图2-6 农业电力系统的原理接线图

这个电力系统是由两个水力发电站及一个火力发电站所组成的，它们都连接在电压为10千伏的公共环形线路上。在两个小型的发电站内装设电压为380伏的发电机，而在一个较大型

的发电站装设电压为 6 千伏的发电机，每个发电站都是经过升压变电所再与环形线路相连接的，个别用户可以由环形线路上直接得到电能，如图中 1、2、3 用户。也可由环形线上引出一支路，从分路上获得电能如 4、5、6 用户。

另外，近几年来在苏联的农村电力网中，为了简化电力网的结构和节约金属材料，正广泛地推行两线-地制(图2-7)和利用铜导线代替铝导线。目前我国不少农村已采用了这种供电方式。这种供电方式对多、快、好、省地建设农村电力网有很重大的意义。

什么叫两线-地制呢？一般发电机发出的电需要三根导线向外输送，而两线-地制向外送电只要两根导线，另一条导线利用大地，因而仅导线就减少了30%。其他如磁瓶、施工纸护费等就更节省了。所以这种供电方式的电力网，有其广阔的发展前途。同时，还可以利用铜导线代替铝导线，节约有色金属的使用。将贵重的铜用在其他工业方面。

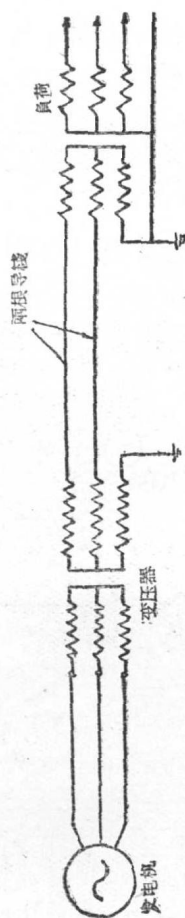


图2-7 两线-地制供电方式

第三章 电 器

第 1 节 电路图及电器的代表符号

前一章我們談到了农村中电的来源及农业电力系统的大致情况。本节將进一步說明一个农村发电站或者一个农村变电所，应该用那些电气设备？这些电气设备的作用如何？它們是怎样連接起来的？为什么要这样連接？要了解这些問題，首先要把农村发电站和农村变电所的电路图画出来，才可以一一解决。在电路图上，我們用各种代表符号表示出所有电气设备，并且按照实际情况，画出它們互相連接的顺序。

农村用电是采用三相交流制。如果將电路的三相都画出来，这种电路图就叫做三綫电路图。这种电路图在农村电站中

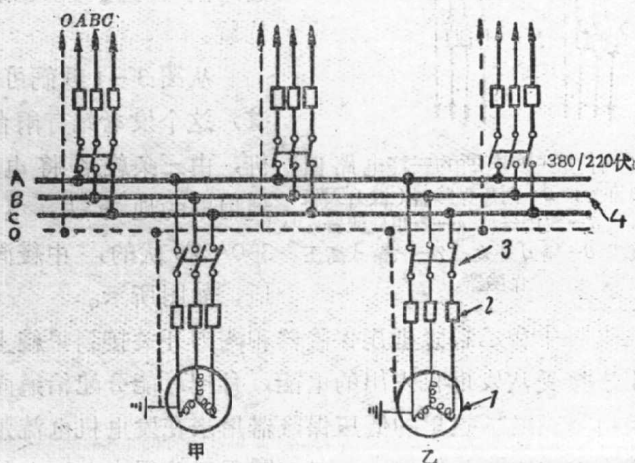


图 3-1 小型低压发电站的三綫电路图

1—发电机；2—低压保險器；3—開刀开关；4—母綫。

用的很多。图 3-1 表示一个小型低压发电站的三线电路图。
图 3-2 表示一个柱上式变电所的三线电路图。

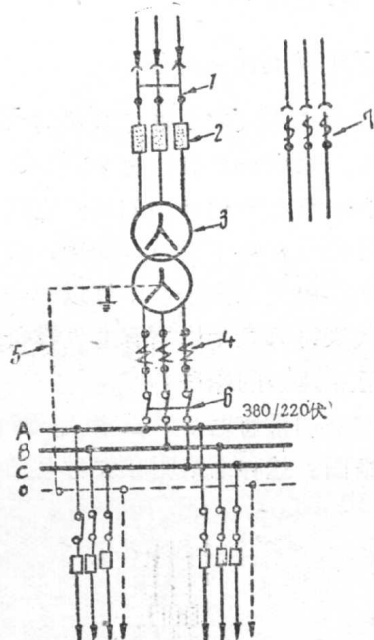


图 3-2 柱上式变电所的三线电路图
1—隔离开关；2—高压熔断器（装有灭弧粉的）；3—变压器；4—表用变压器；5—地线；6—刀开关；7—跌落式高压熔断器。

在閱讀三线电路图时，要注意繪图特点。两条线相交的地方没有圆点时，表示它们中间是不通电的；两条线相交的地方有圆点时，表示它们之间是通电的。闸刀开关在合上的位置时，应该将线路画成连通的，如在断开位置，就应该画成不连通的。在图 3-1 中，右边发电机上面的闸刀开关表示在合上的位置，左边发电机上面的闸刀开关表示在断开的位

置。从图 3-1 我们可以知道，这个发电站有两台发电机，由三条线路将电能送到用电的地方去，电压是 380/220 伏的，中线直接接地，如图所示。

发电机甲和乙经过低压熔断器和闸刀开关接到母线上，母线是用来接受从发电机发出的电能，并把电能分配给通向用户的三条引出线路。这里的低压熔断器用来在发电机电流过大时或母线上发生短路时保护发电机。闸刀开关用来在发电机检修或维护时以及更换发电机的低压熔断器时与母线断开，也可以