

1.1 变配电系统主接线图识读

基础必备技能

1. 高压供电系统主接线图

1) 线路—变压器组接线

线路—变压器组接线如图 1-1 所示。此接线的特点是直接将电能送至负荷,无高压用电设备,线路发生故障或检修时,停变压器;变压器故障或检修时,所有负荷全部停电。该接线形式适用于二级、三级负荷,该接线是只有 1~2 台变压器的单回线路。

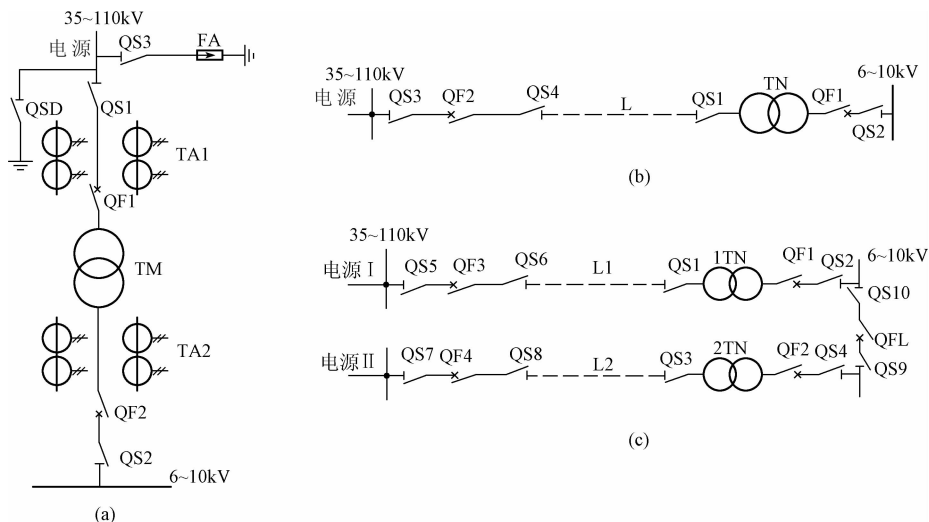


图 1-1 线路—变压器组接线

(a) 一次侧采用断路器和隔离开关; (b) 一次侧采用隔离开关; (c) 双电源双变压器

2) 单母线接线

(1) 单母线不分段接线。如图 1-2 所示,单母线不分段接线每条引入线和引出线的电路中都装有断路器和隔离开关,电源的引入和引出是通过一根母线连接的。

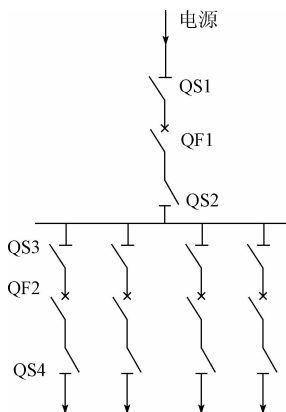


图 1-2 单母线不分段接线

该接线电路简单、使用设备少、费用低,可靠性和灵活性差。当母线、电源进线断路器(QF1)、电源侧的母线隔离开关(QS2)故障或检修时,必须断开所有出线回路的电源,而造成全部用户停电。单母线不分段接线适用于对供电连续性要求不高的二级、三级负荷用户。

(2)单母线分段接线。如图 1-3 所示,单母线分段接线是根据电源的数量和负荷计算、电网的结构情况来决定的。一般每段有一个或两个电源,使各段引出线的用电负荷尽可能与电源提供的电力负荷平衡,以减少各段之间的功率交换。单母线分段接线可以分段运行,也可以并列运行。

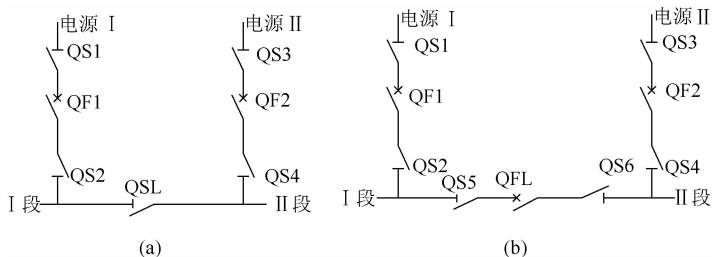


图 1-3 单母线分段接线

(a)用隔离开关分段; (b)用断路器分段

用隔离开关(QSL)分段的单母线接线如图 1-3(a)所示,适用于由双回路供电的、允许短时停电的具有二级负荷的用户。

用负荷开关分段的单母线,其功能和特点基本与用隔离开关分段的相同。用断路器(QFL)分段的单母线接线如图 1-3(b)所示。用断路器分段的单母线接线,可靠性提高。如果有后备措施,可以对一级负荷供电。

(3)带旁路母线的单母线接线。单母线分段接线,不管是用隔离开关分段还

是用断路器分段,在母线检修或故障时,都避免不了使接在该母线的用户停电。另外,单母线接线在检修引出线断路器时,该引出线的用户必须停电(双回路供电用户除外)。为了克服这一缺点,可采用单母线加旁路母线,如图 1-4 所示。

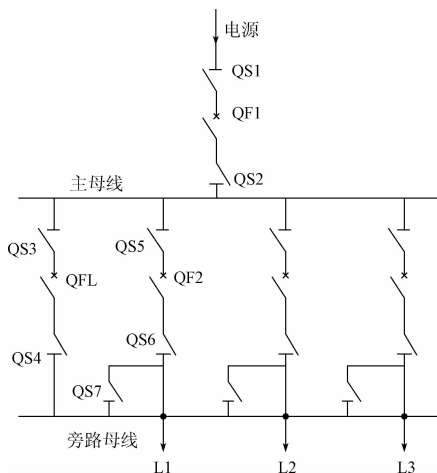


图 1-4 带旁路母线的单母线接线

当引出线断路器检修时,用旁路母线断路器(QFL)代替引出线断路器,给用户继续供电。该接线造价较高,仅用在引出线数量很多的变电所中。

(4)桥式接线。对于具有双电源进线、两台变压器终端式的总降压变电所,可采用桥式接线。它实质是连接两个 35~110kV“线路—变压器组”的高压侧,其特点是有一条横跨“桥”。桥式接线比分段单母线结构简单,减少了断路器的数量,四回电路只采用三台断路器。根据跨接桥位置的不同,分为内桥接线和外桥接线。

①内桥接线如图 1-5(a)所示,跨接桥靠近变压器侧,桥开关(QF3)装在线路开关(QF1、QF2)之内,变压器回路仅装隔离开关,不装断路器。采用内桥接线可以提高改变输电线路运行方式的灵活性。

②外桥接线如图 1-5(b)所示,跨接桥靠近线路侧,桥开关(QF3)装在变压器开关(QF1、QF2)之外,进线回路仅装隔离开关,不装断路器。

(5)双母线接线。双母线接线如图 1-6 所示。其中母线 DM1 为工作母线,母线 DM2 为备用母线。任一电源进线回路或负荷引出线都经一个断路器和两个母线隔离开关接于双母线上,两个母线通过母线断路器 QFL 及其隔离开关相连接。

双母线接线的工作方式可分为两种:两组母线分列运行、两组母线并列运行。由于双母线两组互为备用,大大提高了供电可靠性和主接线工作的灵活性。双母线接线一般用于对供电可靠性要求很高的一级负荷,如大型工业企业总降压变电所的 35~110kV 母线系统中,或有重要高压负荷或有自备发电厂的 6~10kV 母线系统中。

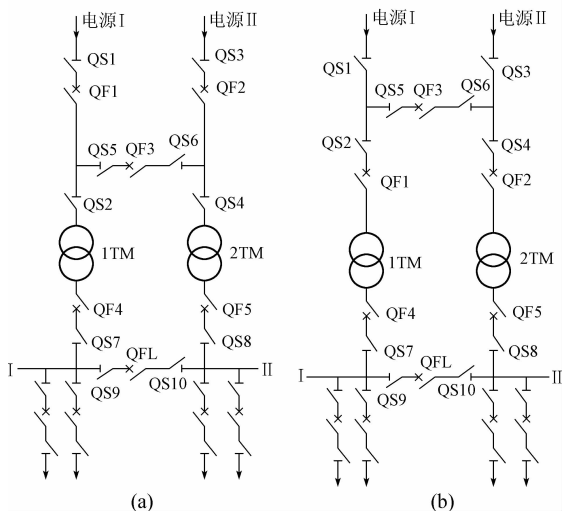


图 1-5 桥式接线

(a)内桥式；(b)外桥式

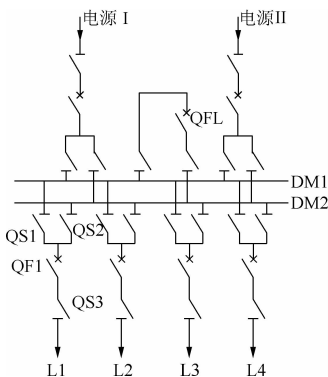


图 1-6 双母线不分段接线

2. 配电系统接线图

1) 放射式

从电源点用专用开关及专用线路直接送到用户或设备的受电端，沿线没有其他负荷分支的接线称为放射式接线，也称专用线供电。

放射式接线的配电系统，引出线发生故障时互不影响，供电可靠性较高，切换操作方便，保护简单；但其有色金属消耗量较大，采用的开关设备较多，投资大。

放射式接线多为用电设备容量大、负荷性质重要、潮湿及腐蚀性环境的场所供电，主要有单电源单回路放射式、双回路放射式接线(表 1-1)。

表 1-1 放射式接线的分类

| 项 目 | 内 容 |
|------------------------|---|
| 单电源单回路放射式 | <p>如图 1-7 所示,该接线的电源由总降压变电所的 6~10kV 母线上引出一回路直接向负荷点或用电设备供电,沿线没有其他负荷,受电端之间无电的联系</p> <p>此接线方式适用于可靠性要求不高的二级、三级负荷</p> |
| 单电源双回路放射式 | <p>如图 1-8 所示,与单电源单回路放射式接线相比,该接线采用了对一个负荷点或用电设备使用两条专用线路供电的方式,即线路备用方式</p> <p>此接线方式适用于二级、三级负荷</p> |
| 双电源双回路放射式(双电源双回路交叉放射式) | <p>如图 1-9 所示,两条放射式线路连接在不同电源的母线上,其实质是两个单电源单回路放射的交叉组合</p> <p>此接线方式适用于可靠性要求较高的一级负荷</p> |
| 具有低压联络线的放射式 | <p>如图 1-10 所示,该接线主要是为了提高单回路放射式接线的供电可靠性,从邻近的负荷点或用电设备取得另一路电源,用低压联络线引入</p> <p>此接线方式适用于可靠性要求不高的二级、三级负荷;若低压联络线的电源取自另一路电源,则可供小容量的一级负荷</p> |

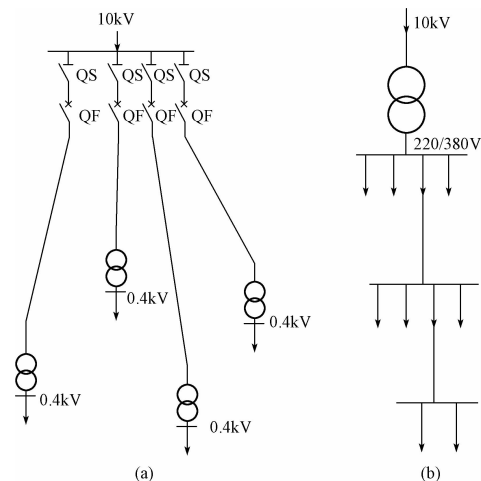


图 1-7 单电源单回路放射式

(a) 高压; (b) 低压

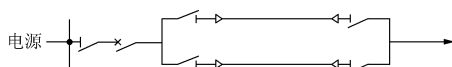


图 1-8 单电源双回路放射式

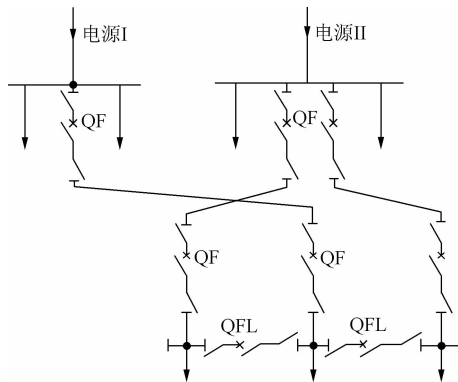


图 1-9 双电源双回路的放射式

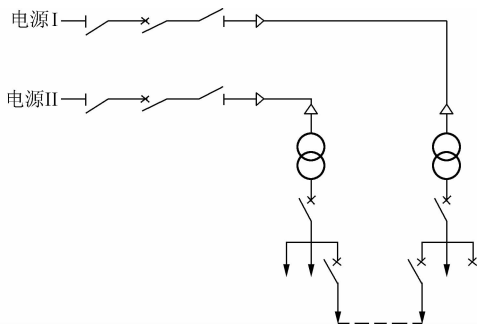


图 1-10 具有低压联络线的放射式

互为备用单电源单回路加低压联络线放射式适用于用户用电总容量小, 负荷相对分散, 各负荷中心附近设小型变电所(站), 便于引电源。与单电源单回路放射式不同, 其高压线路可以延长, 低压线路较短, 负荷端受电压波动影响较前者小。

2) 树干式

树干式接线是指由高压电源母线上引出的每路出线, 沿线要分别连到若干个负荷点或用电设备的接线方式。

树干式接线的特点是: 一般情况下, 其有色金属消耗量较小, 采用的开关设备较少; 其干线发生故障时, 影响范围大, 供电可靠性较差。这种接线多用于用电设备容量小而分布较均匀的用电设备。

(1) 直接树干式。如图 1-11 所示, 在由变电所引出的配电干线上直接接出分支线供电。直接树干式接线一般适用于三级负荷。

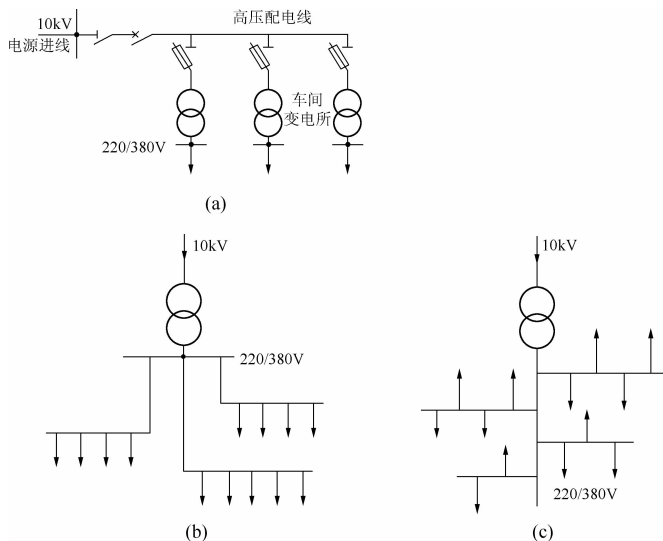


图 1-11 直接树干式

(a) 高压树干式；(b) 低压母线放射式的树干式；(c) 低压“变压器—干线组”的树干式

(2) 单电源链串树干式。如图 1-12 所示，在由变电所引出的配电干线分别引入一个负荷点，然后再引出走向另一个负荷点，干线的进出线两侧均装设开关。该接线一般适用于二级、三级负荷。

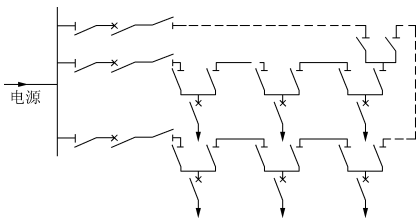


图 1-12 单电源链串树干式

(3) 双电源链串树干式。如图 1-13 所示，在单电源链串树干式的基础上增加了一路电源。该接线适用于二级、三级负荷。

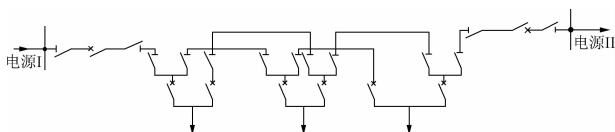


图 1-13 双电源链串树干式

3) 环网式

环网式线路如图 1-14 所示。环网式接线的可靠性比较高，接入环网的电源可

以是一个,也可以是两个甚至多个。为加强环网结构,即保证某一条线路故障时各用户仍有较好的电压水平,或保证在更严重的故障(某两条或多条线路停运)时的供电可靠性,一般可采用双线环式结构。双电源环形线路在运行时,往往是开环运行的,即在环网的某一点将开关断开,此时环网演变为双电源供电的树干式线路。开环运行的目的,主要考虑继电保护装置动作的选择性,缩小电网故障时的停电范围。

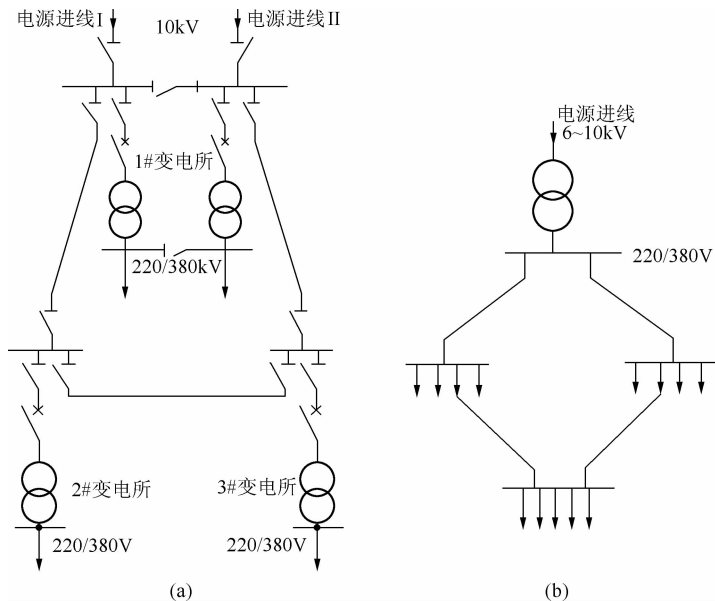


图 1-14 环网式接线图

(a) 高压; (b) 低压

开环点的选择原则是:开环点两侧的电压差最小,一般使两路干线负荷容量尽可能地接近。

环网内线路的导线通过的负荷电流应考虑故障情况下环内通过的负荷电流,导线截面要求相同,因此,环网式线路的有色金属消耗量大,这是环网供电线路的缺点;当线路的任一线段发生故障时,切断(拉开)故障线段两侧的隔离开关,将故障线段切除后,即可恢复供电;开环点断路器可以使用自动或手动投入。

双电源环网式供电适用于一级、二级负荷;单电源环网式适用于允许停电半小时以内的二级负荷。

3. 变配电系统图

1) 10kV/0.4kV 电气系统图

中小型工厂、宾馆和商住楼一般都采用10kV进线,两台变压器并联运行,提高

供电可靠性。如果供电要求高,可以采用两路电源独立供电,当线路、变压器和开关设备发生故障时能自动切换,使供电系统能不间断地供电。最常见的进线方案是一路来自发电厂或系统变电站,另一路来自邻近的高压电网。例如图 1-15 所示,是一种两路 10kV 进线的电气系统图,该系统的电力取自 10kV 电网,经变电装置将电压降至 0.4kV,供各分系统用电。“=T1”、“=T2”为变电装置,“=WL1”、“=WL2”为 0.4kV 汇流排,“=WB1”、“=WB2”为配电装置。该系统主要功能是变电和配电。

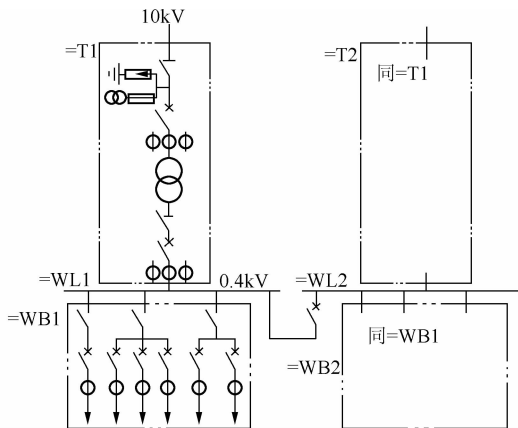


图 1-15 两路进线(10kV)的电气系统图

在变电装置中,目前广泛采用三相干式变压器,高压侧电压为 10kV,低压侧电压为 0.4kV/0.23kV;10kV 电源经隔离开关、断路器引至变压器;高压侧有一组电压互感器,用于电压的测量,高压熔断器是电压互感器的短路保护,避雷器是变压器高压侧的防雷保护,电流互感器用于电流的测量。

变压器低压侧有一组三相电流互感器,用于三相负荷电流的测量,通过低压隔离开关和断路器与低压母线相连,两组母线之间用一断路器作为联络开关,在变压器发生故障时,能自动切换。

低压配电装置中的低压刀开关起隔离作用,具有明显的断开点,空气断路器可带负荷分、合电路,并在短路或过载时起保护作用。电流互感器用于每一分路的电流测量。

2) 380V/220V 供电系统图

住宅、学校、商店等一般建筑,只有配电装置,低压 380V/220V 进线,其供电系统如图 1-16 所示。低压电源经空气断路器或隔离刀开关送至低压母线,用户配电由空气断路器作为带负荷分、合电路和供电线路的短路及过载保护,电能表装在各用户进户点。

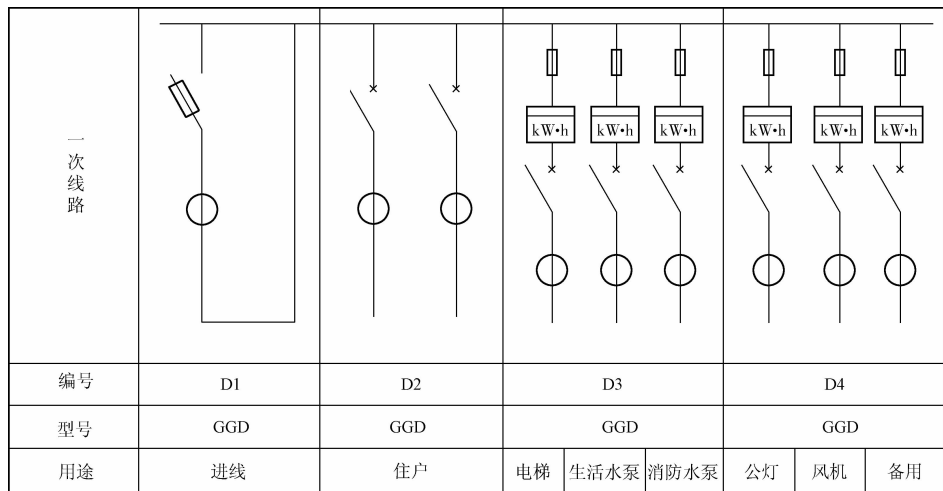


图 1-16 低压配电系统图

高手实战实例

1. 高压供电系统主接线图识读

图 1-17 为某一变配电站的高压供电系统主接线图。10kV 采用单电源供电方式。进线 T 接于 10kV 东乡线 97 号杆(该线路由和顺 110kV 变电站 10kV 母线供电)。10kV、0.4kV 母线均采用单母线接线方式。计量点设在用户侧,在进线侧装设 1 套组合计量装置。选用并联电容器作为无功损耗补偿装置,容量为 600(2×300)kvar,装在 0.4kV 母线上集中补偿,电容器放置在 0.4kV 开关柜内。根据正常条件选择,按短路条件校验,主要设备选择如下。

(1)1 号变压器: S11-M-2500/10,10±2×2.5%/0.4kV,

Ud%=5.5 三相全密封油浸式配电变压器。

(2)10kV 开关柜选用 XGN2-12 型户内全封闭固定式开关柜,其中内装:

- ①10kV 断路器,ZN63-10/630-25KA 附一体化弹簧操作机构;
- ②10kV 隔离开关,GN30-12/630-25KA;
- ③10kV 电流互感器,LZZBJ9-10 型;
- ④10kV 组合互感器,JLSZ-10 型 150/5A 0.2S 级,10/0.1KA 0.2 级。

(3)0.4kV 开关柜选用 GGD2 型户内全封闭固定式开关柜。

(4)10kV 电力电缆:ZR-YJLV22-8.7/15kV-3×150。

(5)15kV 户外冷缩电缆头:7693PST-G。