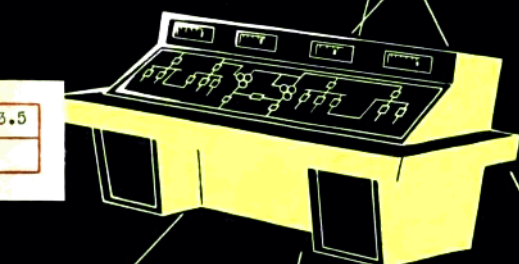


# 输油泵站变电所的 晶体管集中控制

熊 森 编



TE998  
1  
3

# 输油泵站 变电所的晶体管集中控制

熊 森 编



石油工业出版社

A725410

## 内 容 提 要

本书着重介绍晶体管控制系统的基础知识，并以输油泵站变电所为例，详细说明晶体管集控装置的原理、动作过程、调试方法等，并附有必要的参数选择计算。

本书可供具有一定晶体管基础知识的电气运行人员和维修人员以及初次接触晶体管集控技术的技术人员学习。

## 输 油 泵 站 变电所的晶体管集中控制

熊 森 编

\*

石油工业出版社出版

(北京和平门七区十六号楼)

煤炭工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

\*

开本 $787 \times 1092^{1/8}$  印张  $5^{1/4}$  字数116千字 印数1—2,500

1980年6月北京第1版 1980年6月北京第1次印刷

书号15037·2167 定价0.57元



# 目 录

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| <b>第一章 概述</b> .....              | 1   |
| 第一节 泵站变电所晶体管控制系统的选择 .....        | 1   |
| 第二节 按对象分别控制与集中控制的概念 .....        | 2   |
| 第三节 晶体管集中控制系统的特点 .....           | 6   |
| 第四节 泵站变电所和油泵站控制系统比较 .....        | 7   |
| <b>第二章 晶体管逻辑电路</b> .....         | 10  |
| 第一节 正逻辑和负逻辑 .....                | 10  |
| 第二节 逻辑电平 .....                   | 12  |
| 第三节 门电路 .....                    | 13  |
| 第四节 逻辑元件 .....                   | 22  |
| <b>第三章 泵站变电所的晶体管集中控制系统</b> ..... | 45  |
| 第一节 选线控制电路的原理和构成 .....           | 45  |
| 第二节 元件表示的原理图和逻辑符号原理图 .....       | 58  |
| <b>第四章 晶体管中央信号系统</b> .....       | 61  |
| 第一节 概述 .....                     | 61  |
| 第二节 中央信号原理接线 .....               | 63  |
| <b>第五章 测量回路选线化</b> .....         | 78  |
| 第一节 概述 .....                     | 78  |
| 第二节 测量回路选线的工作原理 .....            | 78  |
| <b>第六章 泵站变电所常用的晶体管保护</b> .....   | 84  |
| 第一节 输油泵电动机的晶体管继电保护 .....         | 84  |
| 第二节 变压器的晶体管继电保护 .....            | 96  |
| 第三节 送电线路的晶体管保护 .....             | 109 |
| <b>第七章 自动选线继电保护</b> .....        | 115 |
| 第一节 自动选线保护的概念 .....              | 115 |
| 第二节 自动选线保护的原理和构成 .....           | 117 |

---

|     |                            |     |
|-----|----------------------------|-----|
| 第三节 | JZXL-1型自动选线保护 .....        | 127 |
| 第八章 | 集控装置介绍 .....               | 139 |
| 第九章 | 提高逻辑控制系统和晶体管保护可靠性的途径 ..... | 143 |
| 第一节 | 晶体管电路的干扰问题及防止 .....        | 143 |
| 第二节 | 晶体管装置的质量问题 .....           | 149 |
| 第十章 | 晶体管装置调试的几个问题 .....         | 152 |
| 第一节 | 调试中使用的主要仪表及其性能 .....       | 152 |
| 第二节 | 基本电路的检查和调试 .....           | 155 |
| 附录: | 反相器的参数选择 .....             | 158 |

# 第一章 概 述

## 第一节 泵站变电所晶体管控制系统的选择

输油管线上的变电所有地区性变电所和专用变电所。如果变电所既对管线上的油泵站供电，同时还担负附近的工农业负荷，那这种变电所就称为地区性变电所。如果是单纯对油泵站供电，那就是专用变电所。这两种变电所电压等级一般都是110KV，供电范围在110公里左右。

当电力损失为 6 % 时，变电所的供电距离见下表：

|          |    |    |     |     |     |
|----------|----|----|-----|-----|-----|
| 电压等级(KV) | 35 | 60 | 110 | 154 | 220 |
| 输送距离(KM) | 35 | 60 | 110 | 154 | 220 |

上表是根据电流密度为 $1\text{A}/\text{mm}^2$ ， $\cos\varphi = 0.9$ 情况下求得的距离。实际上输送距离要比表列数字略大。

输油管线的变电所和油泵站的配置情况如图 1-1 所示。

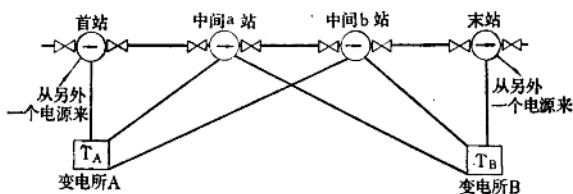


图 1-1 输油管线变电所和油泵站配置示意图

假设输油管线长200公里,配置两个110KV 泵站变电所,4 个油泵站,变电所 A 对首站和中间a、b站供电,变电所 B 对中间a、b站和末站供电。

在这种配置情况下,泵站变电所和油泵站的晶体管控制系统可能有下列几种方式:

(1) 泵站变电所和油泵站采用晶体管集中控制系统,有人值班。

(2) 泵站变电所采用晶体管集中控制,有人值班;油泵站采用晶体管遥控,无人值班。控制端在变电所,遥控端在油泵站。

(3) 泵站变电所和油泵站采用晶体管遥控装置。

到底采用哪种方式合适,应进行详细的技术经济比较。考虑以下三方面:

1) 整个企业的自动化水平。

2) 输油管线的地理环境。如果油管线通过沙漠,草地等无人区,就可以采用晶体管遥控系统。

3) 我国的实际情况。这主要是指制造厂家可能提供的装置,装置的运行经验和运行人员的水平。

按照目前的情况,宜采用第一种和第二种方式,即泵站变电所用晶体管集中控制系统,油泵站用晶体管集中控制系统或晶体管遥控装置。

本书在这里仅介绍晶体管集中控制系统。

## 第二节 按对象分别控制与集中控制的概念

### 一、按对象分别控制

泵站变电所的控制方式是一对一的。一个断路器(又称油开关)对应一个控制开关。如图1-2(a)所示的泵站变

电所主结线，图中有16个断路器就对应应有16个控制开关。

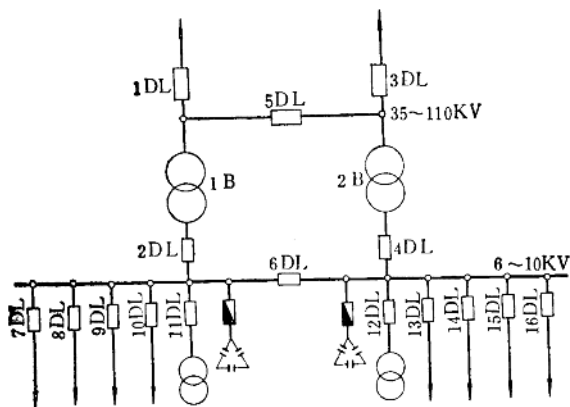


图 1-2(a) 泵站变电所主结线

泵站变电所的电气元件分别在不同的控制屏上。1B和1DL的控制开关在变压器控制屏上，2B和3DL、5DL的控制开关在另一块变压器控制屏上，其余6KV侧断路器的控制开关则在高压开关柜。这些控制开关所在的地方各不相同，变压器控制屏在主控制室；高压开关柜则在高压配电室。所有控制开关分散在不同地方。习惯上，把这种控制方式称为按对象分别控制。

总结：断路器与控制开关一一对应，控制开关分散在不同地方的控制方式称为按对象分别控制。

按对象分别控制是一种常用的控制方式，一般的泵站变电所和油泵站都用这种方式。但是，如果泵站变电所的接线复杂，电压等级多，或油泵的台数多，则相应的控制屏就多。主控制室面积就要求大，值班人员监视的表计和操作的

控制开关也多，这就增加了误操作的机会。6KV侧断路器还要到高压配电室操作，这在运行上也不方便。

能不能把所有的控制开关都集中在控制室，把所有的控制屏缩小到一个易于监视和操作的控制台上？这是能做到的。这种控制方式就是集中控制。

## 二、集中控制

集中控制是把泵站变电所所有的控制开关，操作按钮，测量表计，光字牌信号都集中到一个控制台上。

但是，按分散控制方式把开关集中起来的办法是行不通的，因为控制台不可能做得太大，以北京电力自动化设备厂生产的控制台为例，它的尺寸是  $1330 \times 2468 \times 1273\text{mm}$ ，除去屏边，控制台面仅2米左右，是放不下这么多控制开关的。要实现集中控制，必须用新的控制方式，这种新的控制方式是通过“选线”来完成的。图1-2(b)是典型的选线集中控制台，泵站变电所主结线模拟图全在控制台上，垂直部分放测量表计。

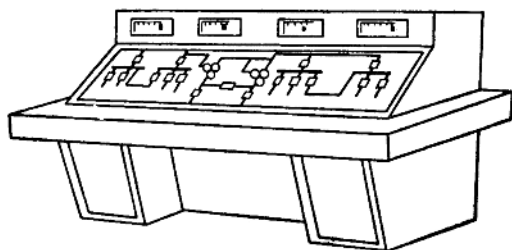


图 1-2(b) 选线集中控制台

什么是选线？选线是由“选控”“选测”组成的。所谓选控，就是说全泵站变电所只有一个公用的控制开关，当进

行操作时，首先选择所要操作的回路，然后再操作公用控制开关。

下面举一个简单的例子。图1-3是一个泵站变电所6KV侧的接线。

其中 KK 是公用控制开关，1DL 和2DL是主变进线开关，3DL是6KV母线分段断路器，4DL~7DL是油泵电动机断路器。设1D是在停电状态(4DL 在跳闸位置)，现在要恢复对1D供电，即对4DL合闸。在集中控制台上是这样进行的：

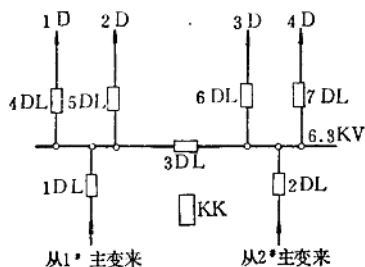


图 1-3 集中选控一次接线

第一步选择操作对象——4DL，将4DL模拟元件按下。4DL模拟元件实际是一个带灯按钮，当把按钮按下后，里面的灯就闪光。

第二步核对操作对象有没有选错。运行人员根据操作票核对选择对象，这时只有4DL在闪光，很容易核对。核对无误后，进行第三步操作。

第三步将公用开关 KK 旋转到合闸位置，4DL 合闸，闪光转平光，说明开关已经可靠合上。对1D油泵送电的合闸操作完毕。

这个例子说明，在集中控制台上操作，首先必须选择对象，然后才能操作公用控制开关。因此，选控的含意在这里就很明显了。

对测量仪表是进行选测。除重要的表计，比如主变压器的有功功率和无功功率表是常测表计，其它表计就进行选测。

所谓选测，是指属于选测范围的表计，正常没有指示，当需要观察某条回路的电流时，按下相应的选测按钮，电流表指示出该回路的电流。观察完毕，放开手，选测按钮自复，表计又复位到零。

由选控和选测组成的控制系统称为选线集中控制系统。选线集中控制的定义是：把泵站变电所的控制，测量和信号集中到一个控制台上，通过选线方式运行。这样的控制系统称为选线集中控制系统。

集中控制系统分为有接点和晶体管型两大类，前者是由继电器构成，后者是由晶体管逻辑元件构成。

### 第三节 晶体管集中控制系统的特点

晶体管控制系统具有下列特点：

(1) 体积小、重量轻。一个不大的控制台，代替了许多控制屏和中央信号屏，节约了大量钢材，减小了主控制室的建筑面积。一般说来与按对象分别控制系统相比，可节约钢材三分之一，主控制室面积也相应减少约三分之一。由于控制屏减少，节约了约三分之一的屏间联系控制电缆，而且有相当数量的电缆可以用截面小的通信电缆代替。因为晶体管逻辑回路的电压一般都不超过30V，可以用通信电缆。如果是按对象分别控制系统，控制电压220V，则需要电压为500V的控制电缆。

(2) 操作、监视方便。由于控制、测量、信号集中于一个控制台面上，方便监视和操作，改善了运行条件，减轻了工人同志的劳动强度。运行人员再也不必走来走去进行操作和抄表，只需要坐在集中控制台前就可以操作整个泵站变电所。各断路器模拟元件均由带灯按钮组成，全站运行情况

一目了然。

(3) 提高了供电的可靠性。由于集中控制台模拟图清晰地表示了运行状况,有利于运行人员迅速判断和处理事故,减少了处理事故的时间,提高了供电的可靠性。

(4) 提高了二次设备的安装速度。由于集中控制台高度集中,原来屏间联系的连接线没有了,代之以集中控制台的内部联系,而这些连线在制造厂已经接好,减少了现场施工的工作量。

(5) 方便调试和检修。由于集中控制台的逻辑回路和变换器采用插件式结构,模拟台面也可以随意向上打开,检修很方便。同类型的插件可以通用,在运行中发生故障时,可以把故障插件拔下来,换上备用插件,使运行不中断。这在按对象分别控制系统是做不到的。

(6) 便于实现远方控制和程序控制。由于晶体管集中控制是弱电系统,整个系统是由逻辑回路构成,便于与远动装置配合,容易实现程序控制,为提高泵站变电所的自动化水平提供了有利条件。

#### 第四节 泵站变电所和油泵站控制系统比较

图1-2(a)介绍了泵站变电所的主结线,图1-4是油泵站的主结线。

比较这两个接线图,可以看到接线基本相同。所不同的地方就在于送电线的负荷性质,对于油泵站,6KV送电线的负荷全是输油泵。泵站变电所的送电线,除了带油泵站外,还可能带其它负荷。

油泵站的输油泵对供电的连续性要求高,停电会造成输送的油凝固,堵塞输油管线,给国民经济带来巨大损失。输油

泵就地装有事故控制按钮，便于及时切除故障。输油泵对防火的要求高，控制设备应选用防爆型。这些都是油泵站与泵站变电所不同之处。

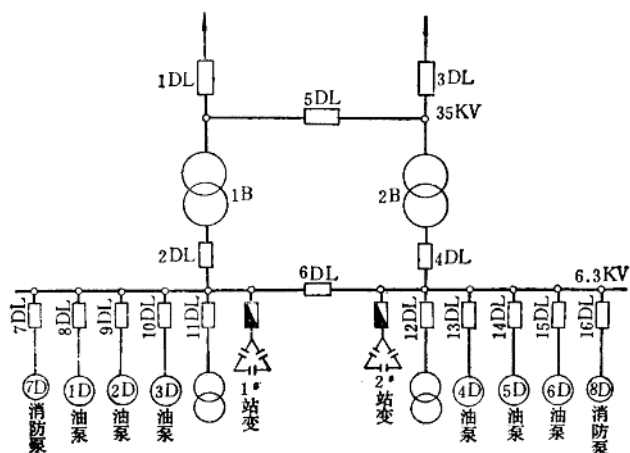


图 1-4 油泵站主结线

但是，泵站变电所和油泵站主结线大体相似，它们对控制系统的要求，主要方面是一致的，也各有其特点。

它们相同的地方有：

- (1) 断路器的控制及信号回路。
- (2) 中央信号回路。
- (3) 测量表计回路。（测量表计的配置大部分是相同的，也略有不同的地方：110KV侧通常是三相都单独装电流表，35KV及其以下电压等级，则只有一相装电流表。）

不同的地方有：

(1) 泵站变电所的送电线路一般都装自动重合闸, 以保证供电的连续性。对于油泵站的电动机回路则不装设。因为送电线路的瞬时性故障多, 统计资料指出, 送电线路的瞬时性故障占百分之七十以上。装了自动重合闸后, 大部分瞬时性故障都能躲过, 从而提高了供电的连续性。

油泵站则不同, 油泵电动机一旦发生故障, 多为永久性故障。若在油泵电动机回路装设自动重合闸, 就会扩大故障范围, 使油泵电动机损坏得更厉害, 因此, 油泵电动机回路, 不宜装设自动重合闸装置。

(2) 泵站变电所的送电线路之间不设连锁接线, 输油泵之间则有连锁关系, 当工作油泵事故跳闸后, 备用油泵应自动投上。

(3) 泵站变电所的送电线路不装事故跳闸按钮, 输油泵则装有就地事故跳闸按钮, 以便发生故障时, 能在就地迅速切除油泵电动机。

以上是泵站变电所和油泵站对控制系统的要求的比较。本书主要介绍泵站变电所的晶体管控制系统, 但对于主结线与泵站变电所相同的油泵站来说, 亦可作参考。

## 第二章 晶体管逻辑电路

随着我国电子工业的飞速发展，硅晶体三极管（NPN型）由于温度性能好，抗干扰能力强，在逻辑控制中得到越来越广泛的应用。各制造厂生产的逻辑控制装置以硅逻辑元件构成的居多，因此，下面介绍的都是硅逻辑元件。

### 第一节 正逻辑和负逻辑

为了分析电路方便起见，往往将区分状态的高电位和低电位用“1”和“0”来表示。表示的方法有两种：

（1）第一种是将高电位表示为“1”，低电位表示为“0”，这种方法叫正逻辑。

（2）第二种是将高电位表示为“0”，低电位表示为“1”，这种方法叫负逻辑。

正逻辑和负逻辑所表示的电位关系刚好相反，为了避免混淆，在逻辑控制系统中采用下述定义：

“1”——有信号

“0”——无信号

具体说就是：“1”态输出信号能使下级元件动作。

“0”态输入信号不能使元件动作，元件仍处于释放状态。

例如，图2-1所示的门电路是负逻辑的典型“或”门电路。为什么说图2-1的或门电路是负逻辑电路？这可以根据上面的定义来分析。

当输入端A或B加高电位时，二极管 $D_1$ 、 $D_2$ 反向，P点

没有信号输出。当输入端 A 或 B 加低电位时，二极管  $D_1$ 、 $D_2$  正向，P 点有信号输出。也就是说，高电位时这个门电路，没有信号输出，根据“0”无信号的定义，“0”就表示高电位。低电位时，这个门电路有信号输出，根据“1”有信号的定义，“1”就是低电位。

既然在这个门电路中，“0”态是高电位，“1”态是低电位。那末，由正逻辑和负逻辑的定义，可知这个门电路是负逻辑。

本书介绍的硅逻辑元件，都是负逻辑电路。正逻辑和负逻辑的概念非常重要，是后面分析电路的基础。如果混淆了正逻辑和负逻辑，电路的工作状态就弄不清楚，因此一定要牢记正逻辑和负逻辑的定义。

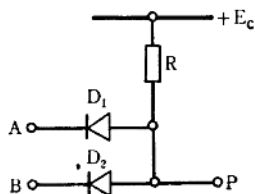


图 2-1 或门电路

下面介绍的各种硅逻辑元件，第一只硅三极管正常工作状态都是导通状态。硅三极管的导通条件是基极电位高于发射极电位，比如：3DG<sub>6D</sub> 这种晶体管，当基极电位  $U_b$  比发射极电位  $U_e$  高 0.6V 时，管子就能导通。图 2-2，表示的是逻辑元件的第一只三极管。

没有信号输入时，三极管 BG 基极正电位通过  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  分压得到，这时 BG 导通。

要使三极管 BG 翻转（由导通变截止），必须在输入端 A 加负信号。也就是说，在逻辑元件输入端加负信号，逻辑元件动作。

下面介绍的逻辑控制系统中：

“0”态电位是指接近电源电压  $+E_c$  数值的高电位。

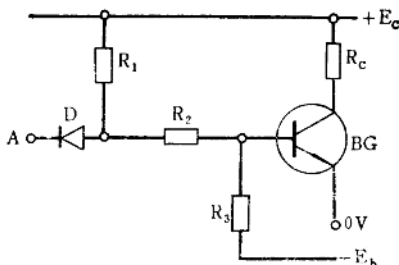


图 2-2 逻辑元件第一只三极管

“1”态电位是指接近 0V（不计三极管管压降）的低电位。

## 第二节 逻辑电平

电平是在逻辑电路中经常碰到的一个概念。

电平是电量（电压、电流或功率）的相对概念，不表示具体的数值大小，一般也不用单位表示。

逻辑控制系统中的“1”电平和“0”电平就是指有（无）脉冲时的信号电平。在后面介绍的逻辑电路里出现的电平，一般都是指电压而言，而“1”电平和“0”电平所代表的信号电压值是不同的。

### 一、输出电平

当晶体管导通，集电极有信号输出，输出的“1”态低电位称为输出电平。“1”态相当于继电器动作。当晶体管截止，集电极无信号输出。这时集电极的“0”态高电位同样称为输出电平。输出“0”态相当于继电器不动作。

### 二、输入电平（触发电平）

当输入信号由高电位至低电位变化，达到一定数值时元