

实用电气线路

王如桂 张桂英 编

新时代出版社

内 容 简 介

本书所列线路多是实践经验的总结，还吸取了一些当前国内外比较先进、实用的电气线路基本控制环节。内容共分五部分，包括：电源线路；电动机控制线路；电磁铁、继电器、接触器线路；节电线路；控温、调光、水位控制、报警及其他线路。每个线路都简要地介绍了工作原理，有些线路还列有线路特点和应用注意事项。本书是通俗实用的普及读物，可供工厂、农村具有初中文化水平的一般电工阅读，也可供对电气控制感兴趣的其他同志参考。

实用电气线路

王如桂 张桂英 编

新时代出版社出版 新华书店北京发行所发行

铁道部工程指挥部印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 7.5印张 162千字

1985年8月第1版 1985年10月北京第1次印刷

印数：00001—43500册

统一书号：15241·60 定价：1.55元

前 言

一般工厂、农村的电工除了要掌握电修工艺技术外，还要熟悉常用的电气线路。否则，在维修电气设备时，就不能迅速地判断故障和排除故障，甚至有时会将“聋子治成哑巴”。在自制设备或革新改造旧设备时，常因设计线路不妥，不能做到经济、合理、安全、可靠，甚至造成事故。另外，随着人民生活水平的提高，家用电器日益增多，要解决节电、调压、显示、自动控制等问题，也需要掌握一些有关的实用线路。如果有一本比较实用的电气线路参考书，在维修和设计电气线路时，将会带来很多方便。为此，我们编写了本书。

任何复杂的电气线路都是由若干种基本控制环节组成的。如果掌握并灵活运用一些常用的基本控制环节，则有助于确定控制方案，有助于设计出比较理想的电气线路，也有助于在维修电气设备时分析和判断故障。所以，本书着重介绍一些实用的电气线路基本环节。

目前，虽然应用 TTL、HTL、MOS 集成电路元件组成的无触点开关控制线路日益增多，但由于接触器、继电器接点开关线路具有可靠、稳定、维修方便等优点，因此，在一般工厂和广大农村中，有很多机械设备、生产自动线等，至今仍广泛采用接触器、继电器控制。考虑到我国目前的情况，在这本书中，重点介绍接触器、继电器接点控制线路。

随着生产技术的迅速发展，可控硅元件在工农业生产、家用电器等方面，得到广泛的应用。它已成为弱电控制与强电

控制之间的桥梁。所以本书中也介绍了一些简单的可控硅应用线路。

这本书，文图结合，以图为主。每种线路都简要地介绍了工作原理，有些线路还列出优缺点以及使用时的注意事项。

由于我们实践经验不足，理论水平有限，书中不当之处，请读者批评指正。

作 者

目 录

一、电源线路	1
1. 电源进线在铁壳开关中的接法	2
2. 双路互备自投供电线路	4
3. 三路互备自投供电线路	6
4. 接触式自耦调压器的接线图	8
5. 巧用变压器的接线	11
6. 万用变压器	12
7. 用单相自耦调压器调节 0~406 伏电压的接线	14
8. 可控硅交流开关线路	15
9. 双向可控硅交流开关线路	16
10. 可控硅三相交流开关线路	18
11. 简单的可控硅交流调压线路	19
12. 双向可控硅交流调压线路	23
13. 两用直流电源线路	25
14. 三用直流电源线路	26
15. 输出两种电压的桥式整流线路	27
16. 输出四种电压的整流线路	28
17. 可控硅直流无触点开关线路	29
18. 无电源变压器可控硅触发线路	32
19. 正弦半波、全波两级调功线路	33
20. 电瓶车充电机电气线路	34
21. 控制变压器的短路保护线路	36

二、电动机控制线路	37
1. 三相鼠笼式异步电动机直接启动线路	38
2. 多台电动机同时启动控制线路	40
3. 三相鼠笼式异步电动机正反转控制线路	41
4. 两台电动机联动控制线路	44
5. 三相鼠笼式异步电动机点动控制线路	45
6. 三相鼠笼式异步电动机可逆点动、启动混合 控制线路	46
7. 三相鼠笼式异步电动机改为单相使用的接线	47
8. 三相鼠笼式异步电动机用于单相电源可逆 运转控制线路	49
9. 单相电容电动机的接线	49
10. 电动机的再启动线路	51
11. 自动往复循环控制线路	54
12. 电动机间歇运行控制线路	56
13. 单按钮控制电动机启、停线路	58
14. 单根导线远地控制电动机启、停线路	62
15. 串激直流电动机刀开关可逆控制线路	64
16. 三相鼠笼式异步电动机采用自耦变压器启 动的控制线路	65
17. 三相鼠笼式异步电动机星—三角降压启动 线路	71
18. 三相鼠笼式异步电动机电阻降压启动线路	78
19. 三相鼠笼式异步电动机降低启动转矩的控 制线路	80
20. 绕线式异步电动机两级启动控制线路	82
21. 绕线式异步电动机采用频敏变阻器启动的	

控制线路.....	83
22. 三相鼠笼式异步电动机延边三角形降压启动线路.....	87
23. 三相鼠笼式异步电动机单向运转、反接制动控制线路.....	91
24. 三相鼠笼式异步电动机单向降压启动、反接制动控制线路.....	93
25. 三相鼠笼式异步电动机正反转驱动、反接制动控制线路.....	95
26. 三相鼠笼式异步电动机能耗制动线路	100
27. 三相鼠笼式异步电动机采用能耗制动的快速准确定位控制线路	105
28. 三相鼠笼式异步电动机自励发电制动线路	106
29. 三相鼠笼式异步电动机短接制动线路	108
30. 三相鼠笼式异步电动机采用整流管短接制动线路	109
31. 三相鼠笼式异步电动机自励发电-短接制动线路	110
32. 三相鼠笼式异步电动机电容-电磁制动线路.....	111
33. 2Y/△接法双速电动机开关控制接线图	114
34. 2Y/△接法的双速电动机接触器控制线路	116
35. 2△/Y接法的双速电动机开关控制接线图	120
36. 2△/Y接法的双速电动机接触器控制线路	121
37. 2Y/2Y接法的双速电动机开关控制接线图.....	122
38. 2Y/2Y接法的双速电动机接触器控制线路.....	123
39. 三相鼠笼式异步电动机低速运行线路	125
40. 电动机低速脉动控制线路	127

41. 三相鼠笼式异步电动机过电流保护线路	128
42. 电动机采用主令开关控制的失压保护线路	129
43. 他励直流电动机失磁保护线路	130
44. 三相异步电动机断相保护线路	131
45. 三相鼠笼式异步电动机正反转时防止相间 短路控制线路	138
三、电磁铁、继电器、接触器线路	143
1. 直流电磁铁的强励磁线路	144
2. 直流继电器强励磁快释放线路	147
3. 直流电磁铁强励磁快释放线路	148
4. 直流电磁铁快速退磁线路	149
5. 防止制动电磁铁延时释放线路	151
6. 电容控制继电器动作时间的线路	153
7. 消火花线路	155
8. 缺辅助触头的交流接触器应急接线	158
9. 交流接触器低电压启动线路	160
四、节电线路	161
1. 交流接触器直流运行线路	162
2. 交流电磁铁直流运行线路	170
3. 频敏变阻器启动的绕线式异步电动机节电 线路	172
4. 三相异步电动机Y/ Δ 切换线路	174
5. 冲剪机床节电线路	182
6. 车床自动断电线路	183
7. 交流电焊机节电装置	185
8. 电熨斗降压预热节电线路	191
9. 使日光灯更省电线路	192

五、控温、调光及其他线路	195
1. 简易温度控制线路	196
2. 双向可控硅控温线路	199
3. 烘房温度自动控制线路	201
4. 简单的可控硅调光线路	203
5. 电容器调光线路	204
6. 低压灯泡用于 220 伏电源	205
7. 采用有副线圈镇流器的日光灯接线图	207
8. 日光灯断丝“复活”线路	208
9. 用废日光灯启辉器做家用电器的指示灯	210
10. 照明灯多地控制开关的接线图	211
11. 水位控制线路	213
12. 利用电接点压力表自动控制水位线路	214
13. 弛张振荡器报警线路	216
14. 闪光指示灯线路	217
15. 用一根导线作信号联系的线路	218
16. 简单的密码电锁	220
17. 双密码电锁	222
18. 能反传信号的门铃线路	223
19. 简单的电子报警线路	224
20. 交流磁力探伤机无触发电路可控硅断电相 位控制器	225

一、电 源 线 路

1. 电源进线在铁壳开关中的接法

铁壳开关是由刀开关和熔断器组合而成的一种电器。它能快速接通和分断负荷电路，用于各种配电设备中手动不频繁地接通和分断负荷电路，并作短路保护。对于 60 安及 60 安以下等级的铁壳开关，还可作为交流感应电动机不频繁直接启动及分断之用。

电源进线在铁壳开关中的常见接法，如图 1-1 所示。图 1-1 (a) 是电源线接闸刀；图 1-1 (b) 是电源线接熔断器。在图 1-1 (a) 中，闸刀既作为本负载的开关，同时也兼作电路分级隔离开关。闸刀以下是负载电路。熔断器短路保护的范 围是熔断器以下，对闸刀以下熔断器以上的短路不能起到保护作用。在图 1-1 (b) 中，闸刀只作为本负载的开关，不能兼作线路分级隔离开关。但熔断器短路保护范围较图 1-1 (a) 大，可保护熔断器以下的短路。如将熔断器芯子拔去，就可以保证闸刀动、静触头不带电，便于检修闸刀。

额定电流较小的铁壳开关，一般是将熔断器装在上面，闸刀装在下面。额定电流较大的铁壳开关，一般是将熔断器装在下面，闸刀装在上面。从进出开关的导线引出口来看，小容量的铁壳开关进出线引出口都在上侧，而大容量的铁壳开关进出线引出口，由于导线粗而不便弯曲，则分置于开关的上、下两侧。

铁壳开关的电源进线是先接闸刀还是先接熔断器，一方

而要决定于进线电路，另一方面对大容量的铁壳开关，还要考虑进出导线的方向。比如，电源进线位于铁壳开关的上侧，则要先接闸刀，而负载接熔断器。具体接线方案，可根据现场实际情况决定。

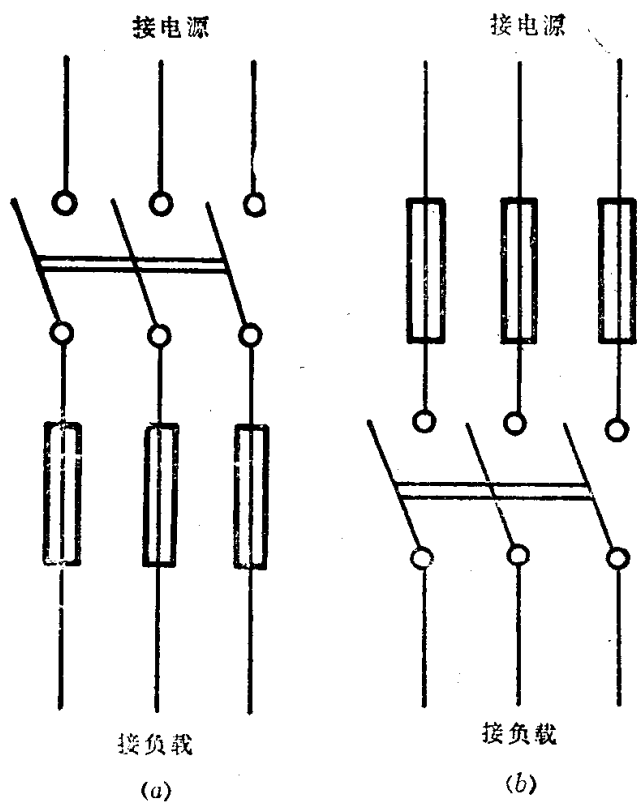


图1-1 电源进线在铁壳开关中的接法
(a) 电源线接闸刀；(b) 电源线接熔断器。

2. 双路互备自投供电线路

有些用电设备，例如重要场所的照明、必须连续运行的机械等，不允许中断供电，否则将造成重大的损失。这就需要设置备用电源，当一路电源因故停电时，备用电源能自动投入，从而提高供电的可靠性。

图 1-2 是双路互备自投供电线路。图中，1K、2K 是两只钮子开关，1CJ、2CJ 为交流接触器。

工作原理：工作时，先合上开关 1K，交流接触器 1CJ 吸合，由 1 号电源供电。然后合上开关 2K，因 1CJ 和 2CJ 互锁，这时 2CJ 不会吸合。2 号电源处于备用状态。如果 1 号电源因故断电，交流接触器 1CJ 释放，其常闭触头闭合，接通 2CJ 线圈电路，2CJ 吸合，2 号电源投入供电。

也可以先合上开关 2K，后合上开关 1K，负载由 2 号电源供电，1 号电源则为备用电源。

注意事项：在安装接线时，两路电源接三相负载的相序要相同，以保证电源切换后，相序不变。

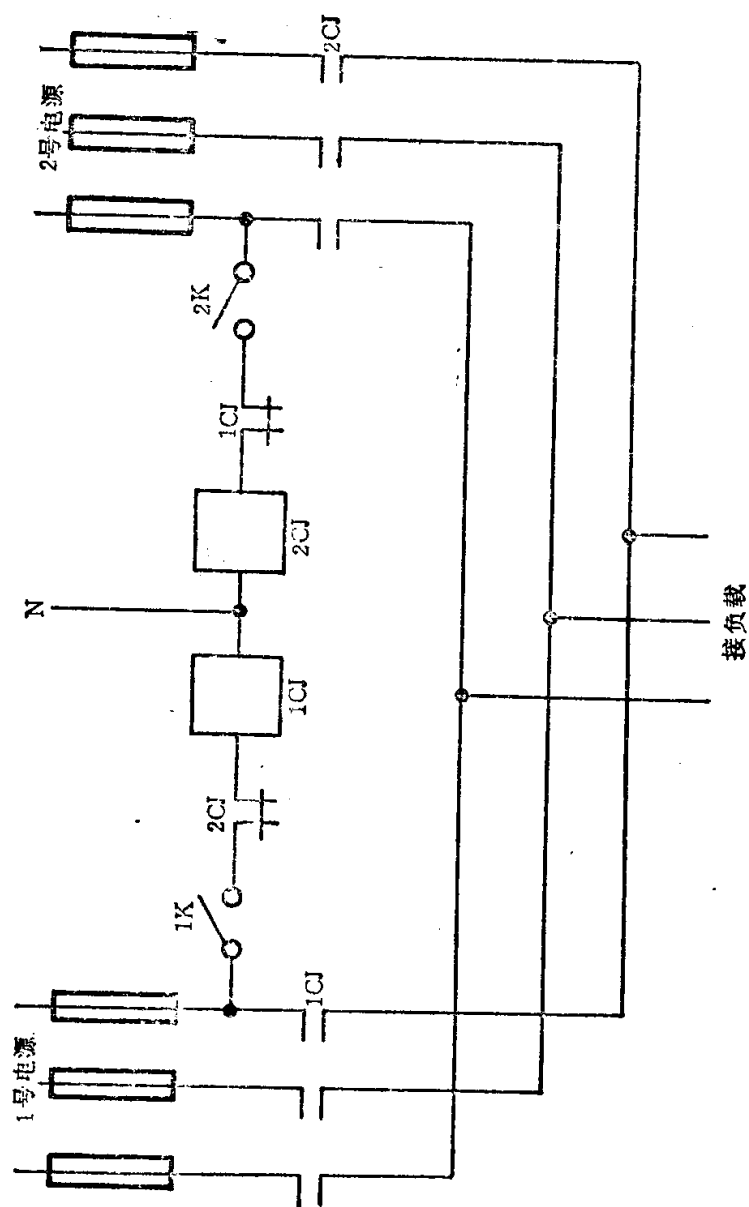


图1-2 双路互备自投供电线路

3. 三路互备自投供电线路

图 1-3 为三路互备自投供电线路。图中, 1HK~3HK 为负荷开关, 1K~3K 为钮子开关, 1CJ~3CJ 为交流接触器。1J~3J 为中间继电器。当运行的交流接触器因故障而断电释放时, 可把备用电源自动依次切换。

先启用任何一路电源, 其余两路备用电源将根据开关 HK 合上的先后次序分别作为主备用和次备用。如果主备用电源在备用期间失电, 次备用电源会自动进入主备用。三路电源能互为备用并自动投入供电。

工作原理: 如启用 1 号电源, 先合上开关 1HK, 再合上开关 1K, 交流接触器 1CJ 吸合并自锁, 由 1 号电源供电。同时 1CJ 的常闭触头切断 2 号和 3 号电源接触器的线圈电路。然后, 先后合上 2HK、2K 及 3HK、3K, 继电器 2J 吸合。此时 2 号电源列入主备用。2J 的常闭触点断开, 切断了 3CJ 线圈电路, 3 号电源列入次备用。如果 1 号电源因故断电, 则 1CJ 释放, 它的常闭触头闭合, 交流接触器 2CJ 线圈得电吸合, 2 号电源自动投入, 转为 2 号电源供电。这时, 2CJ 常闭触头断开, 切断继电器 2J 线圈电路, 2J 断电释放, 2J 常闭触点闭合, 接通 3J 线圈电路, 3J 得电吸合, 使 3 号电源由次备用转为主备用。当 2 号电源因故断电时, 2CJ 常闭触头闭合, 接通 3CJ 线圈电路, 3CJ 得电吸合, 3 号电源自动投入供电。

因 1CJ~3CJ 线圈回路中, 都分别设置互锁触头, 因此, 同一时间只有一路电源供电。

如要停止对负载供电, 将开关 1K~3K 全部断开即可。

三路互备自投供电线路的供电可靠性比双路互备自投供电线路更高。

注意事项：在安装接线时，三路电源接三相负载的相序应相同，以保证每次切换后，相序不变。

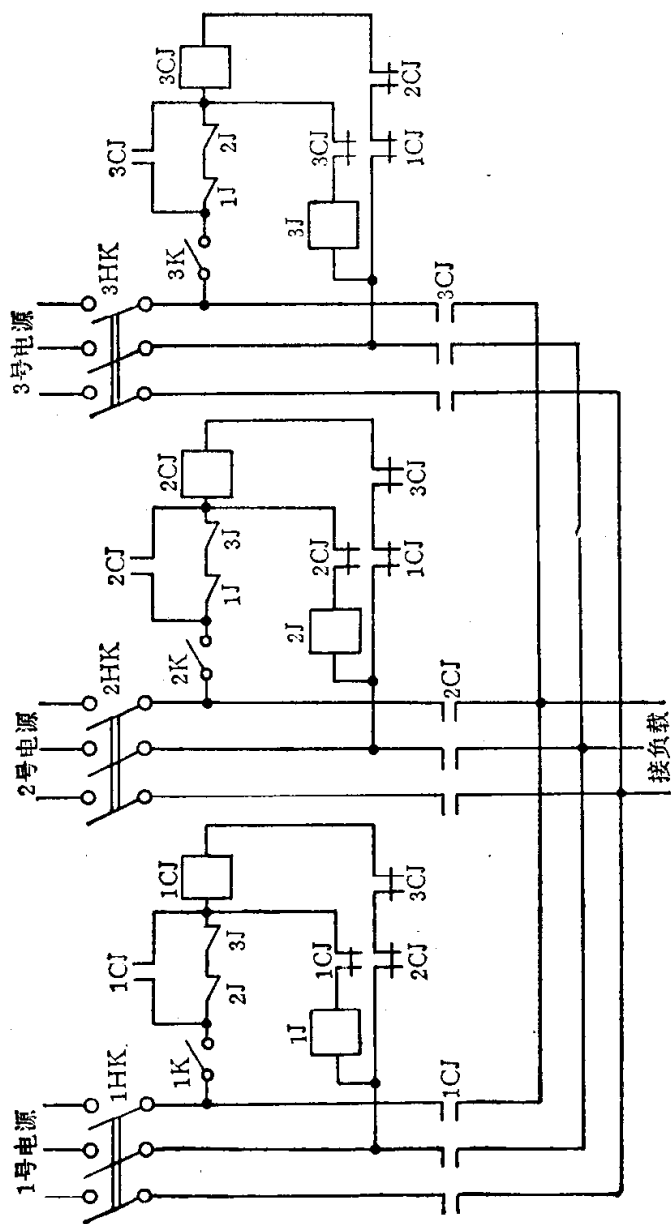


图1-3 三路互备自投供电线路

4. 接触式自耦调压器的接线图

接触式自耦调压器是一种可调的自耦变压器，可作为带负载无级平滑调节电压用。

接触式自耦调压器用 0.35~0.5 毫米厚的硅钢片卷绕点焊成环形闭合铁芯，上面垫有绝缘材料，在铁芯圆周上留有一定的空角（限位角），其余部分均匀环绕双玻璃丝包或聚酯高强度漆包圆铜线一层。一般有 1~6 个电刷，装在刷架上，借弹簧装置使电刷与线圈工作面保持紧密接触。

接触式自耦调压器，常见的有单相和三相两种。

单相自耦调压器的接线如图 1-4 所示。

三相自耦调压器是将三个单相自耦调压器叠装，电刷同轴转动，按星形联接。其实际接线如图 1-5 所示。

较大容量的单相自耦调压器用两个或两个以上的单相自耦调压器叠装。电刷同轴转动，输入端并接。为了平衡各绕组输出电流，在输出端接入电抗器，其实际接线如图 1-6 和图 1-7 所示。

接触式自耦调压器的主要缺点是初、次级线圈电路直接联在一起，高压侧发生故障（如接地、过压等）会波及低压侧。因此，要采取适当的防护措施，例如三相自耦调压器的中性点直接接地或经小电抗器接地等。

不论是单相自耦调压器还是三相自耦调压器，在使用时要注意其额定电压，负载电流也不得大于其铭牌上所标注的额定电流。接线时，要分清输入和输出接线柱，千万不能接错。输入端的相线和零线的接线位置不得交换。