

常用电气线路 110 例

(第二版)

韩永盛 编著

金 盾 出 版 社

前 言

随着工农业生产的迅速发展,特别是乡镇企业的大量涌现,各种电气设备也随之增加,而电气线路则是一切电气设备的关键部分。目前,用电脑控制的先进用电设备虽然已经出现,但在终端仍需要用电器设备来完成。它们仍大量存在于生产实践中,并在今后相当长的时期内还具有其生命力。因此熟悉和掌握电气线路及其维修技术很有必要。有鉴于此,本人在收集一般厂矿企业常用电气线路的基础上结合二十多年的实践经验,逐一进行整理并加以改进,编写了这本书。

本书从生产实际出发,取材广泛,包括工农业生产中常用电动机的电器控制线路、机床控制线路、常用电热电器线路、电工测量仪表的接线线路等。本书原名《常用电气线路 100 例》,此次再版,作了较大修改,典型实例增到 110 例。每例不仅有具体的线路图示,且对其功能、工作原理、适用范围均作了简要说明,以利于实际安装、应用。维修部分通过典型例子剖析故障原因,介绍了排除方法。

本书文字力求通俗,叙述由浅入深,既可供专职和业余电工阅读,也适用于初学者入门,对于从事电动机自动控制的工程技术人员也有一定参考价值。

本书在编写过程中曾得到中国科学院高级工程师李声沛同志的热情指导和大力帮助,并得到华东电管局工程师杜建军同志的大力协助和支持,谨在此对他们表示衷心的感谢!

由于本人水平有限,实践经验不足,书中的错误和不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

1993 年 12 月

目 录

第一章 常用电动机的电器控制线路	(1)
第一节 电动机的单向起动、正反转控制与电器保护线路	(1)
例 1 点动控制线路	(2)
例 2 单向起动控制线路	(3)
例 3 点动单向起动混合控制线路	(4)
例 4 两只按钮单向起动控制线路	(6)
例 5 多只按钮单向起动控制线路	(7)
例 6 两只按钮有点动单向起动的混合控制线路	(7)
例 7 多只按钮点动单向起动的混合控制线路	(10)
例 8 可逆起动辅助触头联锁的控制线路	(11)
例 9 带点动的可逆起动辅助触头联锁的控制线路	(13)
例 10 可逆起动按钮联锁的控制线路	(13)
例 11 带点动的可逆起动按钮联锁的控制线路	(16)
例 12 可逆起动辅助触头与按钮双重联锁的控制线路	(17)
例 13 带点动的可逆起动辅助触头与按钮双重联锁的混合 控制线路	(18)
例 14 可逆起动以行程开关作自动停止的控制线路	(19)
例 15 可逆起动以接近开关作自动停止的控制线路	(21)
例 16 可逆起动自动往返控制线路	(23)
例 17 带点动的自动往返控制线路	(25)
例 18 可逆起动以接近开关作自动往返的控制线路	(25)
例 19 可逆电动机限时自动控制线路(之一)	(28)
例 20 可逆电动机限时自动控制线路(之二)	(32)
例 21 带有热继电器的电动机保护控制线路	(34)
例 22 电动机过电流保护控制线路	(36)

例 23	电动机零序电压断相保护控制线路	(37)
第二节	大功率电动机的降压起动控制线路	(39)
例 24	电动机星三角起动手柄操作线路	(40)
例 25	电动机星三角起动按钮操作控制线路	(41)
例 26	电动机星三角起动自动控制线路	(42)
例 27	电动机星三角起动手动自动混合控制线路	(44)
例 28	电动机串联电阻起动按钮操作控制线路	(47)
例 29	电动机串联电阻起动时间继电器操作控制线路	(49)
例 30	电动机电阻降压起动手动、自动混合控制线路	(50)
例 31	绕线式电动机转子串联电阻起动按钮操作控制线路	(53)
例 32	绕线式电动机转子串联电阻起动自动控制线路	(56)
例 33	电动机自耦变压器起动手柄操作控制线路	(57)
例 34	电动机自耦变压器起动按钮操作控制线路	(59)
例 35	电动机自耦变压器起动时间继电器操作的自动控制 线路	(62)
例 36	电动机自耦变压器起动手动、自动混合控制线路 ...	(62)
例 37	电动机频敏变阻器起动并用刀开关作短路的控制线 路	(68)
例 38	电动机频敏变阻器起动用交流接触器短路的控制线 路	(69)
第三节	异步电动机的制动	(71)
例 39	异步电动机反接制动控制线路	(71)
例 40	异步电动机机械制动控制线路(之一)	(74)
例 41	异步电动机机械制动控制线路(之二)	(75)
例 42	异步电动机能耗制动控制线路(之一)	(77)
例 43	异步电动机能耗制动控制线路(之二)	(79)
例 44	电动机无变压器半波整流能耗制动自动控制线路	(80)
例 45	电动机直流电磁阀制动控制线路	(82)

第四节	双电动机工作和单机双速控制线路	(84)
例 46	两台电动机先后起动同时运转的控制线路	(84)
例 47	两台电动机先后起动同时运转的手动、自动混合控制 线路	(85)
例 48	两台电动机同时起动后一停一运的控制线路	(87)
例 49	两台电动机同时起动后一停一运手动、自动混合控制 线路	(88)
例 50	双速异步电动机起动的控制线路	(91)
例 51	ZSK-4 型自动计数器控制线路	(93)
例 52	交流接触器直流运行控制线路(之一)	(94)
例 53	交流接触器直流运行控制线路(之二)	(96)
第二章	常用机床的电器控制线路	(98)
第一节	普通机床的控制线路	(98)
例 54	C620-1 普通车床电器控制线路	(99)
例 55	B665 牛头刨床电器控制线路	(99)
例 56	Y7131 齿轮磨床电器控制线路	(102)
例 57	Y3150 滚齿机电器控制线路	(104)
例 58	Z525 型立式钻床电器控制线路	(107)
例 59	简易导轨磨床电器控制线路	(109)
例 60	M7120 型平面磨床电器控制线路	(114)
例 61	M7130 型卧轴矩台平面磨床电器控制线路	(120)
例 62	X8120W 型万能工具铣床电器控制线路	(123)
第二节	组合机床的控制线路	(127)
例 63	X62W 型万能铣床的电器控制线路	(127)
第三章	常用电热电器控制线路	(141)
例 64	XCT-101 型动圈式温度指示调节仪作调节报警用 时的电器控制线路	(141)
例 65	XCT-101 型动圈式温度指示调节仪在箱式炉上应 用时的电器控制线路	(143)
例 66	XCT-111 型动圈式温度指示调节仪作调节报警用	

时的电器控制线路(之一).....	(145)
例 67 XCT-111 型动圈式温度指示调节仪作调节报警用 时的电器控制线路(之二).....	(147)
例 68 XCT-121 型动圈式温度指示调节仪作调节报警用 时的电器控制线路	(149)
例 69 JT101- $\frac{4}{5}$ (74- $\frac{4}{5}$)型电热恒温干燥箱电器 控制线路	(151)
例 70 JT- $\frac{101(74)}{202(75)}$ 型电热干燥箱电器控制线路	(153)
第四章 常用电工测量仪表的接线线路	(156)
第一节 电流的测量	(156)
例 71 用单只电流互感器测量三相电流的接线线路	(156)
例 72 用二只电流互感器测量三相电流的接线线路	(157)
例 73 用三只电流互感器测量三相电流的接线线路	(157)
例 74 用一只交流电流表、一只电流互感器、一只电流换相 开关测量三相交流电流的接线线路	(158)
例 75 用一只交流电流表、二只电流互感器、一只电流换相 开关测量三相交流电流的接线线路	(158)
例 76 用一只交流电流表、三只电流互感器、一只电流换相 开关测量三相交流电流的接线线路	(159)
第二节 电能的测量	(159)
例 77 单相电度表直接接线线路(之一).....	(160)
例 78 单相电度表直接接线线路(之二).....	(160)
例 79 单相电度表经电流互感器接线线路(之一).....	(161)
例 80 单相电度表经电流互感器接线线路(之二).....	(162)
例 81 三相三线有功电度表直接接线线路	(163)
例 82 三相三线有功电度表经电流互感器接线线路(之一)	(163)
例 83 三相三线有功电度表经电流互感器接线线路(之二)	(164)

例 84	三相四线制有功电度表直接接线线路	(165)
例 85	三相四线有功电度表经电流互感器接线线路(之一)	(166)
例 86	三相四线有功电度表经电流互感器接线线路(之二)	(167)
例 87	三相四线有功电度表经二只电流互感器接线线路	(168)
例 88	用三只单相电度表直接测量三相四线制用电量的 接线线路	(168)
例 89	用三只单相电度表经三只电流互感器测量三相四 线制用电量的接线线路(之一).....	(169)
例 90	用三只单相电度表经三只电流互感器测量三相四 线制用电量的接线线路(之二).....	(170)
例 91	用单相电度表测量无功电能的接线线路	(171)
例 92	用两元件有功电度表跨相接法测量三相无功电能 的接线线路	(171)
例 93	三相无功电度表直接接线线路	(172)
例 94	三相无功电度表经电流互感器的接线线路	(173)
例 95	三相有功电度表、三相无功电度表联合接线线路	(174)
例 96	用三只单相有功电度表、三只单相有功代无功电 度表测量三相有功电度和三相无功电度的联合接 线线路	(175)
例 97	三相有功电度表、三相有功电度表代无功电度表 的联合接线线路	(176)
例 98	三只单相有功电度表、三相有功电度表代无功电 度表的联合接线线路	(177)
例 99	三相三线有功电度表、三只交流电流表经二只电 流互感器的联合接线线路(之一).....	(178)
例 100	三相三线有功电度表、三只交流电流表经二只电	

	流互感器的联合接线线路(之二)	(179)
例 101	三相四线有功电度表、三只交流电流表经三只电 流互感器的联合接线线路(之一)	(180)
例 102	三相四线有功电度表、三只交流电流表经三只电 流互感器的联合接线线路(之二)	(180)
例 103	三相三线有功电度表、一只交流电流表、一只电 流换相开关经二只电流互感器的联合接线线路	(181)
例 104	三相四线有功电度表、一只交流电流表、一只电 流换相开关经三只电流互感器的联合接线线路	(182)
例 105	三相四线有功电度表、功率表经二只电流互感器、 二只电压互感器的联合接线线路	(183)
例 106	三相四线有功电度表、功率表经三只电流互感器、 二只电压互感器的联合接线线路	(184)
例 107	三相四线有功电度表、功率表、交流电流表经三 只电流互感器、二只电压互感器的联合接线线路	(184)
例 108	三相四线有功电度表经三只电流互感器、一只交 流电流表及电流换相开关和一只交流电压表及电 压换相开关的联合接线线路	(186)
例 109	功率表、功率因数表、频率表、交流电流表经二 只电流互感器、二只电压互感器的联合接线线路	(186)
例 110	功率表、功率因数表、频率表、交流电流表经三 只电流互感器、二只电压互感器的联合接线线路	(187)

第五章 常用电气线路的常见故障和处理方法 (189)

第一节 常用电动机控制线路的常见故障和处理方法 (189)

第二节	常用机床电器控制线路的常见故障和 处理方法 (不包括机械故障)	(198)
第三节	常用电热控制线路和常用电工测量仪 表的常见 故障和解决方法	(208)
第四节	三相异步电动机的常见故障和解决方 法	(212)
第五节	交流接触器、磁力起动器和电磁式继 电器的常见 故障和解决方法	(215)
附录一	普通小型低压配电屏接线线路	(217)
附录二	普通中型低压配电屏接线线路	(221)
附录三	普通较大型低压配电屏接线线路	(230)
附录四	电工常用基本符号及辅助符号	(238)
附录五	电工专用文字符号	(239)
附录六	常用电工设备图形符号	(241)
附录七	常用电工仪表符号	(244)

第一章 常用电动机的电器控制线路

电动机分为交流电动机和直流电动机两大类。在交流电动机中又可分为异步电动机和同步电动机两种。由于异步电动机具有构造简单、运行可靠、维修方便和价格便宜等优点,目前大部分生产机械如各类机床、起重机、鼓风机、水泵等都是用异步电动机来拖动的。

对常用电动机的电器控制线路要求是:①良好的起动;②改变旋转方向;③能够快速制动;④改变转速和多机控制等。本章将分节介绍并为下一章的机床电器控制线路打下基础。

第一节 电动机的单向起动、正反转控制 与电器保护线路

电动机的单向运转是电器控制线路中最简单的一种,这种线路主要是实现异步电动机的单向起动、自锁和点动等要求。电动机的正反转控制在生产实践中是经常碰到的,有的采用按钮控制,有的用行程开关自动切换。

但实现上述功能的线路并不是完整的,它们还缺少必要的保护环节。因为电动机在运转过程中,可能会发生过载或短路等故障,如果不设置保护性电器,就可能发生事故。因此电器控制线路必须设有保护性措施,如短路保护(加熔断器)、过载保护(加热继电器)、联锁保护以及其它的一些措施如过电流保护、相掉电保护等。这是电气控制线路中特别需要注意的问题。

例 1 点动控制线路

这是一种按下按钮时电动机就运转,手离开按钮后电动机即停止的电气控制线路(见图 1)。

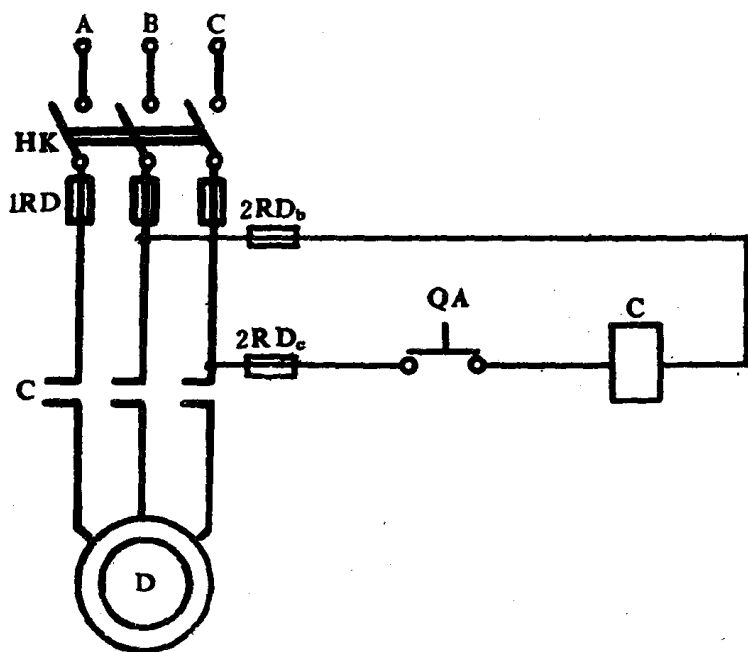


图 1

【控制回路】

C 相电源→熔断器 2RDc→按钮 QA→线圈 C→熔断器 2RDb→B 相电源

工作原理:合上电源开关 HK,因接触器主触头未闭合,电动机不转。按下按钮 QA 接通控制线路,使接触器 C 线圈得电,接触器吸合,主触头 C 闭合,从而接通了主电路,电动机运转。当手离开按钮时,由于按钮内弹簧的反作用力,使按

钮复位(常开),接触器 C 线圈失电,则接触器释放,使主触头 C 断开,电动机停转。

应用范围:本线路适用于需经常起动和停止或快速行程的生产机械。

例 2 单向起动控制线路

这是一种松开起动按钮后仍能自行保持接通控制线路,同时使电动机保持一个方向运转的控制线图(见图 2)。

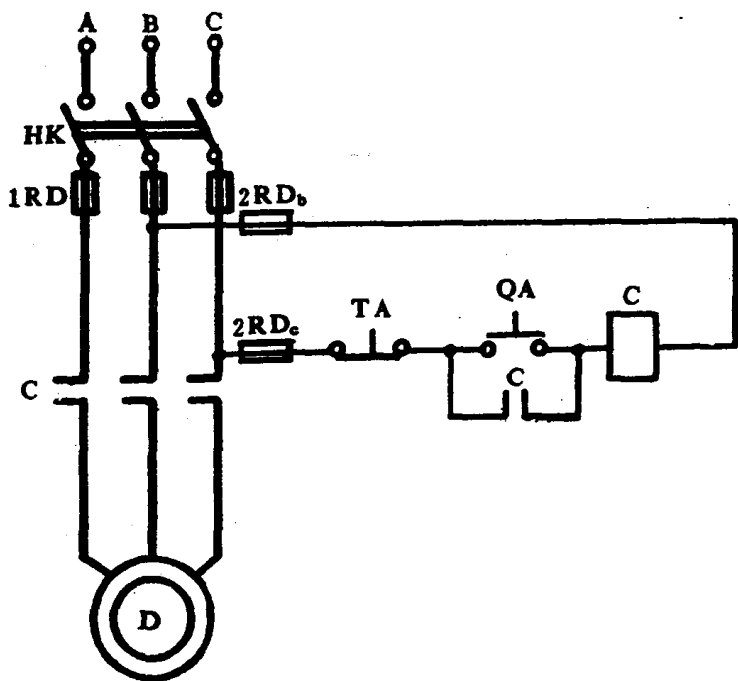
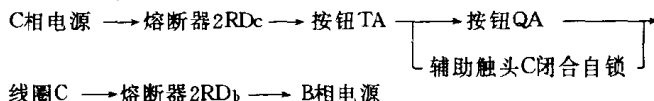


图 2

【控制回路】



工作原理:合上电源开关 HK,按下起动按钮 QA,接触器 C 线圈得电,接触器吸合,主触头 C 闭合,主电路接通,电动机运转。

由于按下按钮 QA 时,不但常开主触头闭合接通了主电路,而且并联在按钮 QA 两端的辅助触头 C 也同时闭合,因此接通了控制线路。所以,即使松开按钮 QA 而控制线路仍保持接通,电动机仍保持一个方向运转。

如果要使电动机停止,只需将按钮 TA 按下,从而切断控制线路使接触器释放,其主触头打开,电动机停转。

这种线路的最大特点是能够“自锁”。所谓“自锁”是指接触器利用其辅助触头来保持线圈吸合,这个触头叫做“自锁触头”,它起着自锁的作用。

应用范围:本线路适用于需连续单向运转的生产机械。

例 3 点动单向起动混合控制线路

这是一种既能使电动机作断续运转,又能使电动机作单向连续运转的混合控制线路(见图 3)。

工作原理:合上电源开关 HK,按下起动按钮 QA,接触器 C 线圈得电,接触器吸合,主触头 C 闭合,辅助触头 C 也闭合自锁,主电路及控制回路被接通,电动机作单向连续运转。

如要点动,可按点动按钮 QNA。由于点动按钮 QNA 一对常闭触点串联在控制线路中,因此按下点动按钮 QNA 时,自锁线路被切断,而点动按钮常开触头接通了控制线路,电动

机作点动断续运转。

应用范围：本线路适用于需断续或连续单向运行的生产机械。

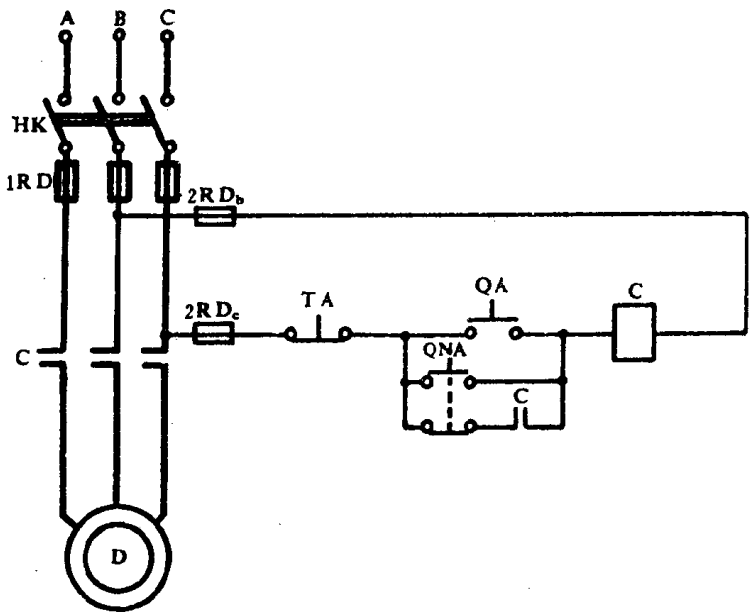
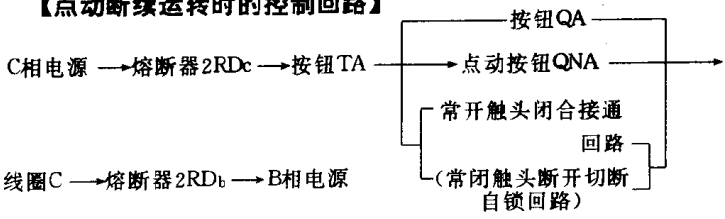


图 3

【点动断续运转时的控制回路】



【单向连续运转时的控制回路】

C相电源 → 熔断器2RD_c → 按钮TA → 启动按钮QA → 线圈C → 熔断器2RD_b → B相电源

点动常闭触头 → 辅助触头闭合自锁

例 4 两只按钮单向起动控制线路

这是一种两地可以同时控制电动机作单向连续运转的控制线路(见图 4)。

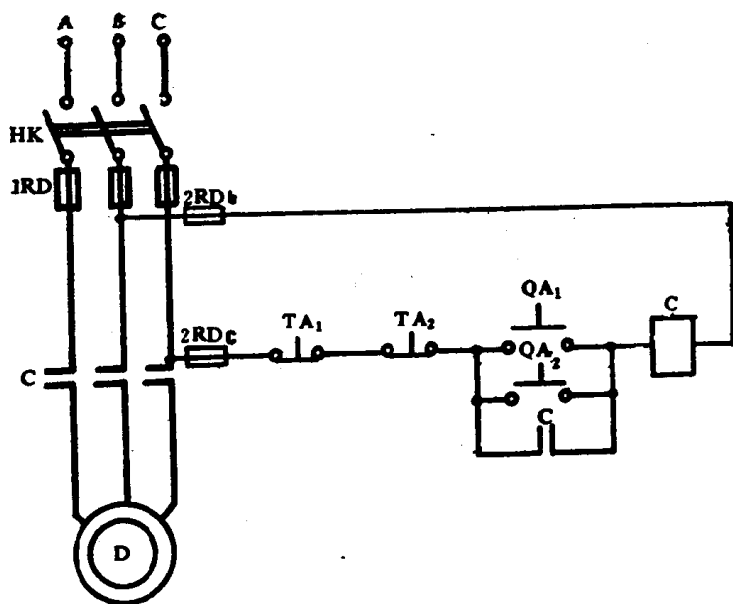


图 4

【控制回路】

C相电源 → 熔断器2RD_c → 按钮TA₁ → 按钮TA₂ →

启动按钮QA₁ → 线圈C → 熔断器2RD_b → B相电源

启动按钮QA₂ → 常开辅助触头C闭合自锁

工作原理:合上电源开关 HK,按下起动按钮 QA_1 ,接触器 C 线圈得电,其主触头 C 闭合,接通主电路,电动机运转。由于按下按钮 QA_1 时,并联在 QA_1 两端的常开辅助触头 C 也闭合起着自锁作用,因此当手离开按钮 QA_1 时,控制线路仍保持接通。同理,由于 QA_2 也并联在常开辅助触头 C 两端,所以也与 QA_1 一样具有起动作用,同样能使电动机作单向连续运转。又由于停止按钮 TA_1 与 TA_2 的常闭触点串联在控制线路上,所以同样起着切断控制线路的作用,能使电动机停止。

应用范围:本线路适用于需连续运行而又要两地控制的生产机械。

例 5 多只按钮单向起动控制线路

这是一种多处可以控制电动机作单向运转的控制线路(见图 5)。

其控制回路工作原理与例 4 相同。

工作原理:多只按钮单向起动控制线路与上例两只按钮单向起动控制线路的工作原理基本相同。要掌握这样一个原则:无论按钮多少,只要把所有起动按钮的常开触点都并联在接触器辅助触头两端,把所有停止按钮的常闭触头串联在控制线路上,就可以达到一只电动机多处控制的目的。

应用范围:本线路适用于需连续单向运行并可多处控制的生产机械。

例 6 两只按钮有点动单向起动的混合控制线路

这是一种使电动机既能断续单向运转,又能连续单向运转,而且能在两地控制的混合控制线路(见图 6)。

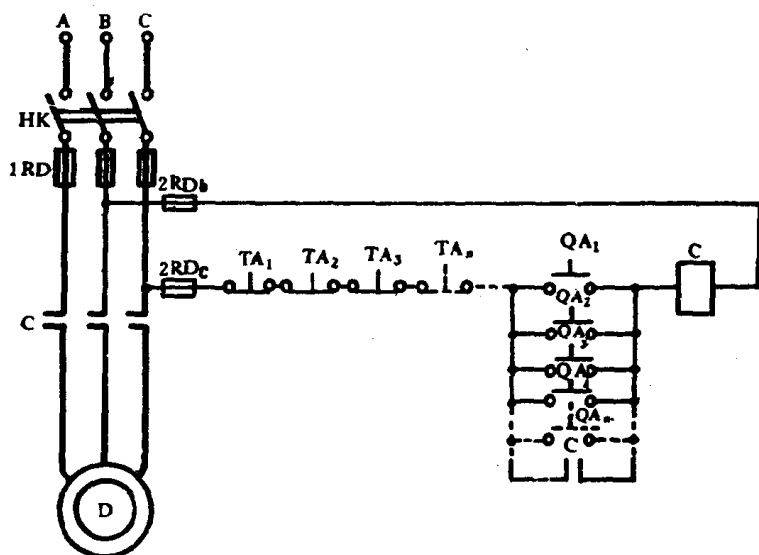


图 5

工作原理：合上电源开关 HK，按下起动按钮 QA_1 接触器 C 线圈得电，主触头 C 闭合，辅助触头 C 闭合自锁，电动机作单向连续运转。如需点动，则按下点动按钮 QNA_1 。由于按钮 QNA_1 的常闭触点串联在辅助触头 C 的回路中，闭合自锁线路被切断。由于点动按钮常开触点直接接通控制线路，所以电动机作断续运转。同理，当按下点动按钮 QNA_2 时，电动机作断续运转，再按下起动按钮 QA_2 时，电动机又可作单向连续运转。

如要电动机停止，可以按停止按钮 TA_1 或 TA_2 。

应用范围：本线路适用于需连续或断续单向运行并可两地控制的生产机械。