

顺序控制电路 设计与维修

王光华 吴力彤 编

陕西科学技术出版社

顺序控制电路设计与维修

王光华 吴力彬 编

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 七二二六印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 13.5 印张 400 千字

1986 年 12 月第 1 版 1986 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—4,000

统一书号: 15202·130 定价: 2.05 元

前 言

本书旨在为顺序控制电路的设计人员和维修人员,特别是那些有心于这个专业的初学者,在了解和实践顺序控制系统的电路结构选择,开关功能的逻辑设计,系统的可靠性设计以及顺序控制系统的维护及故障排除等方面,提供一个具体的参考和入门指导。全书叙述力求浅显,并希望能切实地成为读者的一本实用的指导书。

书中开始的三章,对顺序控制电路的积木式结构特点进行了描述,并对多种类型的基本回路,作了集锦性的介绍。

第四章以布尔代数为基础,从读者熟悉的动作时间顺序图出发,详细地介绍了设计逻辑电路的一种简明而实用的方法。

第五章对人们越来越关注的电路可靠性的定量分析和系统可靠性、安全性的设计问题作了初步探讨,可以帮助读者对电路的可靠性设计和安全性设计形成概念。

第六章介绍顺序控制电路的一般设计方法,其中包含有许多电路工作者设计实践的经验。在本章的最后,直观地图示出顺序控制电路中竞争冒险现象的存在以及消除竞争冒险的方法。

第七章将远距离顺序控制作为顺序控制系统的一个分支,概略地介绍给读者。

第八章论述维修顺序控制电路的方法,这也是一个受到普遍关心的问题,本章向读者展现检修各类故障的方法和原则,力图超脱具体电路,而从中总结归纳出检修工作的普遍规律。

第九章介绍了顺序控制电路的应用实例。读者可以根据需要,借鉴或选用其中适宜的电路来完成自己的设计。

本书内容不但完整了继电——接触器系统的电路设计,而且衔接了无接点顺序控制系统和远距离顺序控制系统。这对工业企业运用电子技术进行技术改造,无疑会有较大的帮助。

还需说明,本书内容以中小规模(即输入输出点在50个以内)的顺序控制系统为对象是有利的。有资料说明,这类中小系统占了全部生产机械的95%。

本书在编写过程中,得到西安交通大学信息与控制工程系黄俊副教授的悉心帮助,并承蒙他担负了全书的审阅工作。在此表示深切的谢意。

由于笔者水平有限,必然存在许多错误和不足之处,希望读者予以指正。

编 者

一九八三年元月

目 录

第一章 顺序控制电路概要	(1)
第一节 顺序控制电路的基本概念.....	(1)
第二节 顺序控制电路分析.....	(5)
第二章 接点顺序控制电路的基本回路	(14)
第一节 顺序控制基本回路体系.....	(14)
第二节 条件判断基本回路.....	(15)
第三节 记忆回路.....	(19)
第四节 延时回路.....	(19)
第五节 步进回路.....	(24)
第六节 状态指示、故障指示警报回路.....	(28)
第七节 电动机拖动、控制回路.....	(34)
第三章 无接点顺序控制电路的基本回路	(39)
第一节 无接点继电器的基本概念.....	(39)
第二节 无接点继电器的基本元件.....	(42)
第三节 无接点继电器的基本回路.....	(45)
第四章 顺序控制电路的逻辑设计	(60)
第一节 逻辑代数基础.....	(60)
第二节 逻辑代数的一般公式.....	(62)
第三节 电路和逻辑式.....	(67)
第四节 顺序控制电路的逻辑设计方法.....	(69)
第五节 顺序控制电路逻辑设计举例.....	(74)
第五章 顺序控制电路的可靠性和安全性设计	(84)
第一节 顺序控制电路的可靠性.....	(84)
第二节 提高可靠性的方法.....	(88)
第三节 顺序控制电路可靠性的定量评价.....	(90)
第四节 安全性设计思想及故障对策.....	(98)
第六章 顺序控制电路的一般设计方法	(101)
第一节 设计步骤.....	(102)
第二节 经验法设计.....	(104)
第三节 设计举例.....	(108)
第四节 接点电路设计中的注意事项.....	(113)
第五节 无接点电路设计中的注意事项.....	(118)
第六节 顺序控制电路中的竞争和冒险现象.....	(126)

第七节 接点继电器电路的竞争冒险·····	(127)
第八节 无接点继电器电路的竞争冒险·····	(133)
第七章 远距离顺序控制 ·····	(138)
第一节 远距离顺序控制的必要性·····	(138)
第二节 远距离顺序控制的基础知识·····	(140)
第三节 远距离顺序控制的基本回路·····	(153)
第四节 远距离顺序控制电路实例·····	(157)
第八章 顺序控制电路的检修 ·····	(163)
第一节 检修电路的基础·····	(163)
第二节 顺序控制电路故障的发现和处理的·····	(165)
第三节 顺序控制电路中常见的故障及检查方法·····	(173)
第四节 无接点顺序控制电路的故障及检查方法·····	(181)
第九章 顺序控制电路应用 ·····	(184)
第一节 传送机械手控制电路·····	(184)
第二节 带料自动定长控制电路·····	(188)
第三节 多工位夹板铣组合机床控制电路·····	(189)
第四节 楚姆巴赫 Z-14 多工位铣床控制电路·····	(196)
第五节 小模数滚齿机床顺序控制电路·····	(202)

第一章 顺序控制电路概要

第一节 顺序控制电路的基本概念

一、什么是顺序控制

顺序控制是按照生产工艺预先规定的顺序，对生产过程的各个阶段自动地依次进行的控制。前一个控制动作的结束，即成为后一个控制动作的开始，不能随机地输入指令对动作进行规定。

顺序控制是一种定性控制、开环控制。

在顺序控制中，控制指令一旦发出，控制过程就将自动地依次进行下去。而与最初的控制指令无关。例如，拿一些方形棋子，按照适当的间隔距离，排成一行，当用手指推倒第一个棋子时，相邻的第二个棋子便被第一个棋子推倒，当第二个倒下时，第三个又被推倒。如此，依次一个接一个地被推倒，直到最后一个棋子倒下为止。这就是日常生活中一个简单的顺序控制的例子。

作为电路，顺序控制的例子更是不胜枚举。例如，一台深孔钻床，在加工零件的过程中，我们先把各行程开关调整在合适的位置上，把时间继电器的延时时间调整为需要的数值。然后，按动它的工作起动按钮，机床便自动地按照图 1-1 所示的工作循环顺序进行下去。能够实现这样的自动控制的电路，便是顺序控制电路。

这个电路实现的顺序控制过程如下：按下起动按钮 QA，主轴箱从原位开始快进，压动行程开关 2XK 时，转为工作进给（简称工进）。压动行程开关 3XK 时，经过延时 t 秒，然后转为快退。退至原位压动行程开关 1XK 时，转为第二次快进。压动 3XK 时，再次转为工进。压动 4XK 时，经过延时 t 秒，转为快退。退至原位又压动 1XK 时，转为第三次快进。压动 4XK 时，转为工进。压动 5XK 时，再次转为快退。

返回原位处压动 1XK 时，停止动作，一个工作循环即告结束。这就是一个典型的顺序控制过程。

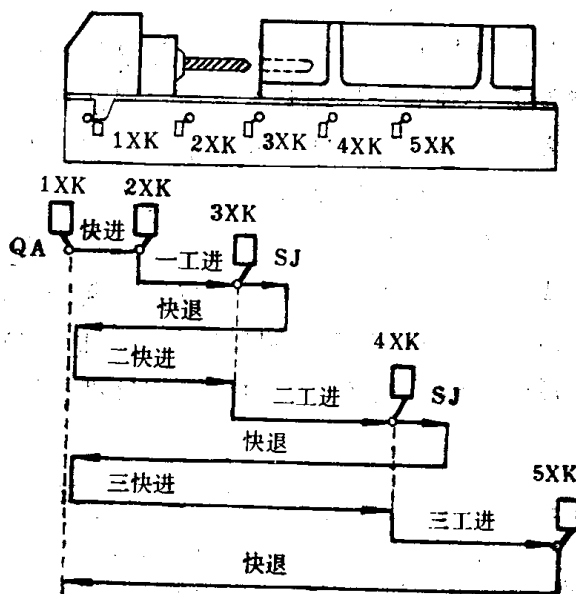


图 1-1 深孔钻工作循环图

二、顺序控制和反馈控制的异同

为了进一步了解什么是顺序控制，我们不妨把顺序控制和反馈控制加以比较，把定性控制和定量控制加以比较。

若按照定性和定量两个概念来区分控制种类，那么，电动机的起动和停止的控制，电磁阀的开和闭的控制等等都是定性控制。煤气的流量是每分钟多少立方米？水库的水位是多少米？电流是多少毫安？用这些具体的可以计测的量作为指令的控制，就是定量控制。

在上述例子中，可以看出定性控制控制量是上和下、前进和后退、开和关、起动和停止、入和出等，是相反的两个状态，所以大体上可以认为定性控制是在空间和时间上不连续的量的控制。定量控制的控制量则是由控制内容所决定的无限个、相近的连续的量。这一点和定性控制不同。

在图 1-2 中，用虚线表示的部分，在一般的定性控制系统没有，仅存在于定量控制系统。我们把从反馈回路中得到的输出值和控制装置给定值的差值称为偏差。

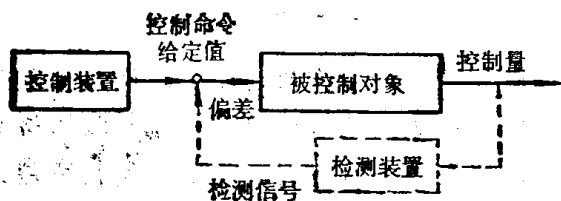


图 1-2 控制系统方框图

在定性控制过程中，由于没有反馈情报，这时要检查命令是否正确地传达下去，就不可能。因此，人们只好以不安的心情等待最终的结果，由结果来验证命令是否正确地传达下去了。例如，一个人向靶子射出了一支箭，在飞行的过程中，人是无法知道箭的运动轨道是否正确，只有等待箭正中了靶心，才知道轨道是正确的。

当控制命令有多个的时候，就可以检查前面一个控制命令的控制结果，然后，再执行下一个控制命令。

当定性控制由几个复杂的控制装置连结成一个系统的时候，这时就不可能把各个命令直接送至各个独立的控制装置之中。只能在开始时给系统一概括的命令，再根据控制装置的状态，发出一个新的信号，成为下一个控制装置的控制命令。这些新的命令是逐次自动地发出的。在此，最初的概括的命令就是工作命令或者输入命令。而在以后的阶段，自动地产生新的控制命令的过程，就是所谓的“命令处理”。

在水力发电站里，人们仅仅按下起动按钮，发电机就起动、运转、同期并入，直到投入负荷为止，这一系列的顺序控制过程就自动地进行下去了。在每一个控制阶段，都进行了命令处理。

反馈控制是按照连续的反馈信号进行控制的，因此没有进行命令处理的独立装置。

表 1-1 顺序控制和反馈控制的不同点

顺 序 控 制	主要以不连续的开关量为控制对象 开环控制，回路的构成不是闭合的 定性控制
反 馈 控 制	主要以连续量为控制对象 闭环控制，回路的构成是闭合的 定量控制

表 1-1 和表 1-2 分别概括了顺序控制和反馈控制以及定性控制和定量控制的不同点。

表 1-2 定性控制和定量控制的不同点

定 性 控 制 (顺序控制)	控制命令的内容是两个或者有限个情报值 离散情报 数字情报
定 量 控 制 (反馈控制)	控制命令的内容是无限个情报值 模拟情报 连续情报

注：情 报：表示控制命令的内容和控制量的状态。

情报值：情报的种类和内容。

三、顺序控制的分类

顺序控制大体可分为程序控制和条件控制两大类，前者又可以认为是无条件控制。

程序控制是按照预先确定的固定顺序（也包括预先确定的条件）进行控制的方式。这些预定的固定顺序，通常是通过编程插孔板、步进机构、鼓轮组合开关、凸轮控制器等等来实现的。

例如，自动洗衣机的洗涤过程是按照给水、洗涤、排水、给水和冲洗、排水、脱水的动作顺序进行的，这就是一个时间原则的程序控制。

只有当某一预定条件成立（或者不成立）时，才能够按照预定顺序实现控制，具有这样性质的顺序控制称为条件控制。通常所说的连锁控制就是一种条件控制。在顺序控制中，常常把电梯的控制看成是一种典型的条件控制。要求上升和要求下降的乘客分别位于各层。如果同时出现七、八个人的意见时，电梯应该选择怎样的运动？上升、下降、还是停止？而电梯只能作升降运动，不能飞跃。在这种情况下，就会出现一面要降落、一面又要重复上升的局面，使服务人员感到为难。这时，就需要根据各种条件选择最经济的运载顺序。这个选择过程就是控制电路的逻辑判断过程。

作为条件控制，仅有逻辑判断功能是不够的。例如，水位达到多少米时，打开放水阀？这就不仅仅是逻辑判断功能所能确定的，必须要有另外的水位检测装置，由它给出通或断的接点信号。当达到预定水位时，接点闭合，使阀的电磁线圈激励，从而实现打开水阀的条件控制。至于阀开到怎样的程度，条件控制又是无法确定的。要实现这样的定量控制，就需要反馈控制（包括模拟控制和具有 A/D（模/数）变换的数字控制）。

四、顺序控制系统的构成及控制形式

顺序控制系统的基本组成部分用方框图表示，则如图 1-3 所示。

1. 控制对象：是作为被控制装置的机械或系统，可以是它们的全体，也可以是其中的一部分。例如在电梯的顺序控制中，电梯箱和卷扬装置都是控制对象。

2. 操作部：由操作部代替人，直接对作为控制对象的机械装置进行操作。实际上是按照来自命令处理部的控制命令向控制对象即各个机械、装置发出操作信号。常常具有放大控

制命令的功能。例如电梯的卷扬电动机在起动和制动时操作用的接触器等等。

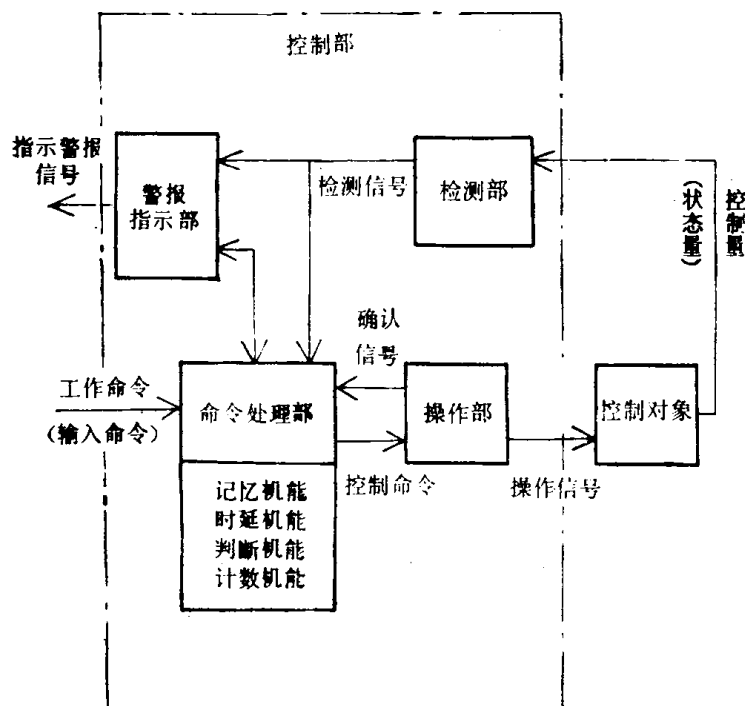


图 1-3 顺序控制系统结构方框图

3. 检测部：是用来检测控制对象是否处于预定状态，并能发出状态指示信号的部分。例如，电梯箱停留在哪一层楼？或运行在哪两层楼之间？用以检测并显示这些状态的行程开关和指示灯，就组成了检测部。

4. 命令处理部：接受人们发出的起动，停止等单纯的工作命令和检测指令，并根据预先记忆的信号逻辑关系、时间关系等条件进行命令处理，然后向控制对象发出具体的控制命令。例如，在各层楼都设有呼叫按钮。当乘客按动这些按钮时，即发出工作命令，命令处理装置接受了这些命令，并根据已经记忆的停楼位置和呼叫时间进行逻辑判断。然后，把判断结果作为控制

制命令，通过操作部传达给控制对象即卷扬电动机，使电梯上升或下降。

5. 警报指示部：是用来指示所需要的控制对象或者控制电路及其某一部分的状态，并能发出相应的报警信号的装置。一般、警报指示装置不能直接驱动控制对象，仅仅作为向管理人员提供报告的一种手段。例如，电梯载客超重时，就发出报警铃声。

6. 选择和给定部：给与命令处理部的输入情报，往往在必要时，要进行手动或自动、现场或中央等等的变换，我们把这样的变换就称为选择。要选择，就要改变电路的连接，就要在电路中插入切换开关。

所谓给定，就是部分地变更命令处理的内容的过程。例如，电梯箱到达楼层需要减速，减速的时间由时间继电器决定。调整时间继电器的整定值就是给定的一种形式。

这部分电路虽然在方框图中没有画出，但是却可能出现在各个电路部分，并且和该部分电路紧密地结合在一起。

常见的顺序控制系统可有以下四种形式：

1. 时间程序式：是具有时序功能的顺序控制。控制回路可以由有接点继电器或无接点继电器（也称为半导体逻辑元件）构成，并可通过外部输入信号及信号的延时，实现顺序控制。

2. 回转凸轮式：一组回转凸轮，由微形同步电动机驱动。通过各个凸轮周边，压动与其对应的一组微动开关，来获得顺序控制功能。改变了微动开关在凸轮周边上的位置，就改变了控制顺序。这类控制器因为完全是机械的，结构简单，价格也便宜。具体结构如图 1-4 所示。

3. 插销板式：是一种电子顺序控制单元。在矩阵变换电路板的不同位置上，插入内部装有二极管的插头，就可以编制程序，实现一些较为复杂的控制。改变插头位置即可改变程序。

4. 程序记忆式：有存贮器，能够记忆程序，并可以实现程序的各种变化。这种记忆式近似于计算机的高级控制装置，但不使用计算机的高级语言。

上述四种形式中，后两种可以认为是可编顺序控制器，它虽然具有通用性强，编制程序容易，体积小等优点，但造价高。平常，我们遇到的大多数控制系统，都是比较简单的。有一个估计：即95%的控制系统，输入输出接点都在5—50个以内。通常，为这些小系统采用可编顺序控制器，是不经济的。

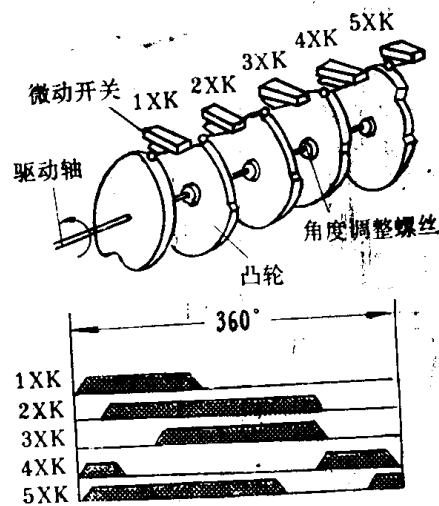


图 1-4 凸轮式顺序控制器

第二节 顺序控制电路分析

一备用发电机组顺控电路的电气工作原理如图 1-5、图 1-6、图 1-7 所示。

电路的初始状态：所有的元件和电路均处于静止状态，即脱离电源的状态：

1. 全部线路和元件脱离电源。
2. 系统中，设备和线路都处于静止状态。
3. 前一个工作过程已经结束，电路处于复位状态。
4. 操作人员没有任何操作动作。

这个控制电路的基本功能是：当确认电网停电以后，立即发出起动命令。通过电路一连串的顺序动作，起动发电机组发电。当电网供电恢复之后，经过操作人员确认，用手动按钮开关操作，使发电机组停止运行。

一、停电确认回路

图 1-8 所示回路，用来确认电网是否真正停电，是该顺序控制系统中首先工作的电路。

电路工作原理如下：①停电时，接在电网上的失压继电器 15J 检测得知电网电压低于规定值（即失压继电器的整定值）时，它的动断接点闭合，使辅助继电器 2J 激励。②选择开关 1K 置于自动位置时，由于 2J 的动合接点闭合，时间继电器 1SJ 激励。1SJ 的动合接点经过一段延时后闭合。这个延时时间就是用来确认停电的时间。

若 1SJ 整定时间为 10 秒，则当电网停电持续 10 秒以上时，就开始对发电机发出起动指令。

上述电路，可以看作是由控制确认停电时间的时间继电器 1SJ 和辅助继电器 2J 所组

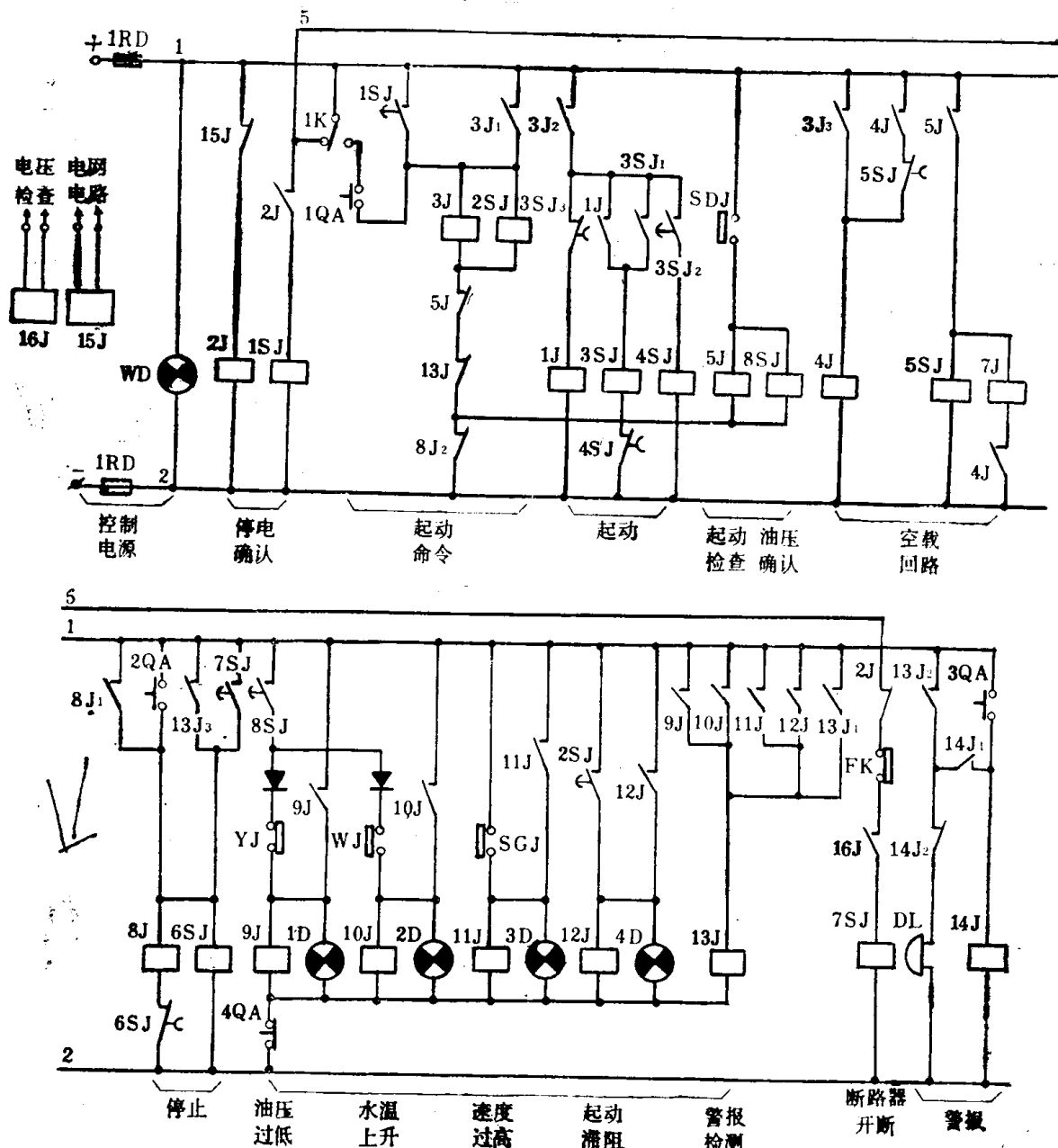


图 1-5 备用发电机组起动停止控制回路（之一）

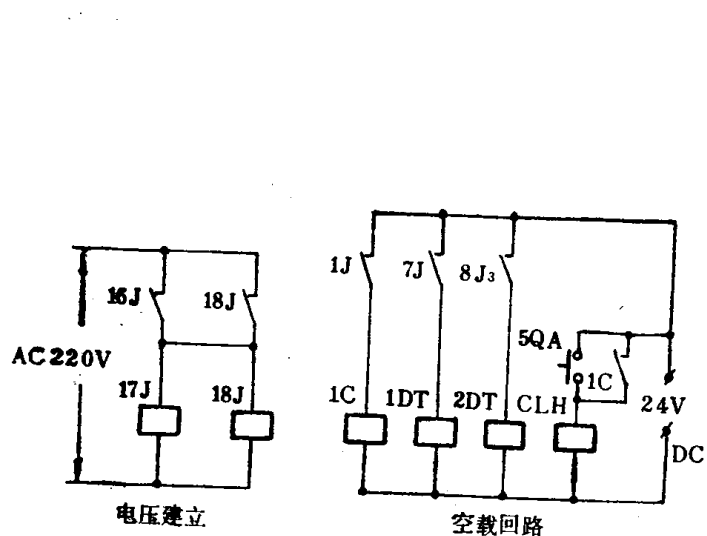


图 1-6 备用发电机组起动停止控制回路（之二）

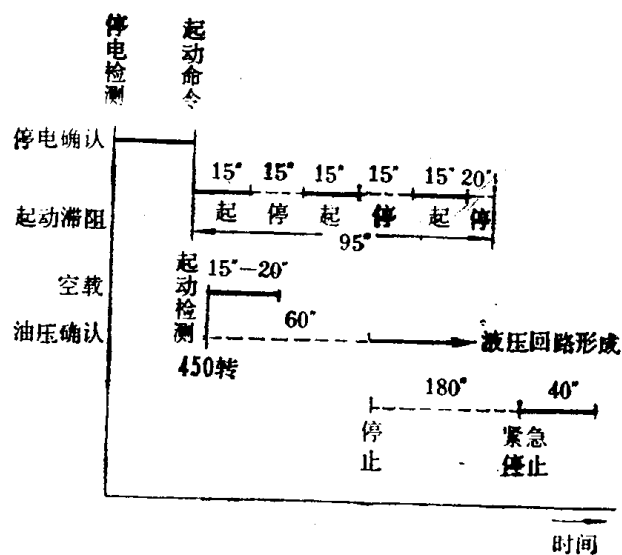


图 1-7 起动停止回路时间表

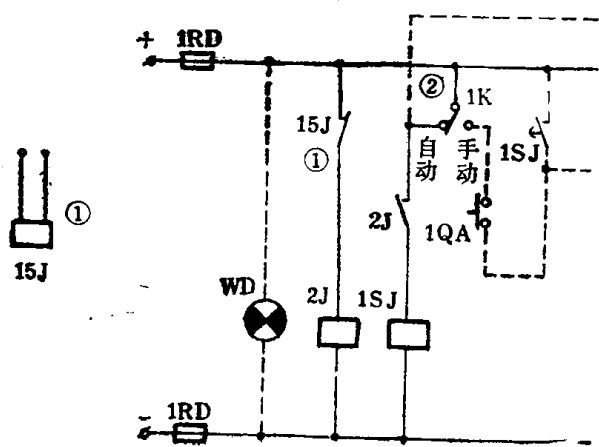


图 1-8 停电确认回路

成。2J 能够接受失压继电器 15J 发出的停电信号,并传送给时间继电器 1SJ,以便确认是否停电。

停电确认电路可以得到一个单纯的延时功能，是由时间继电器构成的简单电路。但是，在备用发电机的起动电路里，设置不设置这个停电确认电路，其控制效果大不一样。

例如，电网中，某一个用户发生短路事故，造成电网电压下降。一般来说，用户都在与电网连接处，装有防止短路故障的熔断器或者过流继电器，可以迅速地开断故障电路，使其脱离电网。这时，电网电压便可恢复正常。

遇到这一类停电事故，停电时间仅持续2—3秒，此时，起动发电机组就不必要。若设置了停电确认电路，就可以防止发电机出现这类不必要的起动。使控制动作稳定、准确。

还需要说明一点，就电路的结构而言，从整体看，发电机的起动和停止电路是一个复杂的顺序控制电路。但是，把整个电路按照结构或功能划分开来，就成为一个个简单的电路了。这就是我们研究顺序控制电路的基本思想。

二、起动命令回路

图 1-9 表示了从整个电路中划分出来的起动命令回路。

起动命令回路具有逻辑判断机能，是由一些中间继电器组成的，能够以自动和手动两种控制方式起动电机。

自动起动情况：①选择开关置于自动位置。确认停电之后，时间继电器 1SJ 动作，它的动合接点闭合，作为逻辑判断条件的辅助继电器 5J、13J、8J 这时尚未激励，其动断接点均处于闭合状态。这样，辅助继电器 3J 和时间继电器 2SJ 的线圈被激励。② 3J 的动合接点 3J₁ 闭合，使继电器 3J 和 2SJ 的线圈继续保持和电源的连结，实现自保。③ 3J 的动合接点 3J₂ 闭合，向其后的起动电路传送信号。

手动起动情况：选择开关 1K 置于手动位置，如果按压手动起动按钮 开关 1QA，则类似“自动”起动情况，在 5J、13J、8J 动断接点闭合的情况下，3J 和 2SJ 得电，并由动合接点 3J₁ 实现自保，由 3J₂ 发出起动命令。

成为判断条件之一的 5J 是一辅助继电器接点。在起动检测电路里，如果内燃机转速升

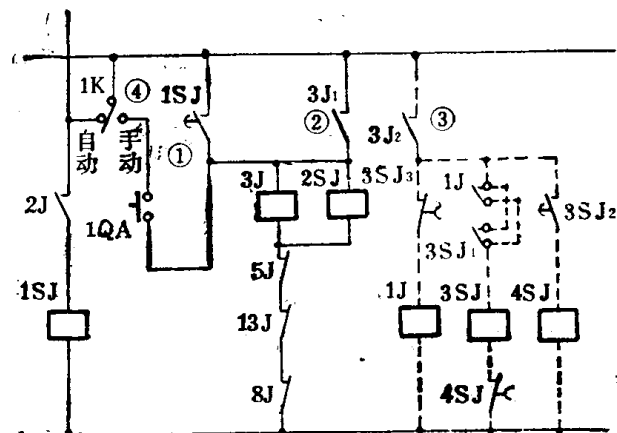


图1-9 起动命令回路

至 450 转/分以上, 速度继电器的离心式接点 SDJ 闭合, 使 5J 线圈得电, 5J 动断接点便断开, 终止起动过程。可见, 5J 是检测内燃机的转速是否达到 450 转/分的判断条件。

继电器 13J 和 8J 用来传达停止命令。当停止命令发出时, 它们的动断接点打开, 切断 3J 和 2SJ 的自保持电路, 使其失电。

在这个起动命令回路里, 选择开关 1K 设有“手动”位置, 这一设置在本电路中有重要的意义。

当内燃机发生意外故障, 需要紧急停车的时候, 电路立刻发出警报指示。待操作者确认故障后, 将选择开关 1K 置于“手动”位置, 断开自动起动电路, 再进行停止操作。

这样, 在故障排除之后, 再次起动之前, 操作人员可以对电路的复原状态进行检查, 并能监视再起动的全过程。这是安全操作的一个基本概念, 当然, 在一些高度自动化控制装置中, 设置了各种故障诊断装置、自动重合闸装置等等, 能够在完全没有人介入的情况下进行自动运转。但是, 这些装置中由于增加了复杂的连锁控制, 也增加了故障因素。因此, 在某些顺序控制阶段, 适当设置手动操作, 使操作者有责任进行一些必要的判断, 既可简化电路, 也提高了控制的可靠性。

三、起动回路

图 1-10 所示回路是从整体电路中划分出来的起动回路。

由于备用发电机组常常是在电网不正常的情况下投入运行的, 因此, 在自动起动时, 即

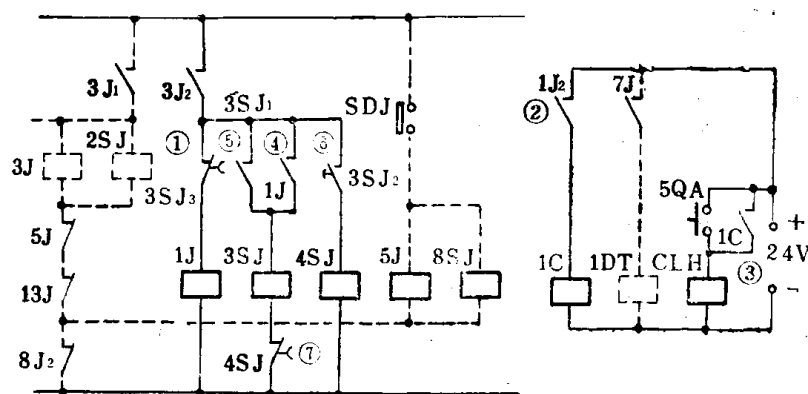


图 1-10 起动回路

使首次起动失败, 也要连续进行几次试起动操作。如果仍然不能起动时, 就要发出“起动滞阻”的警报指示信号。在本电路中, 可以重复进行三次试起动操作。

起动过程, 可由图 1-11 给出的时间表表示。全部起动操作, 用 15 秒的时间间隔重复三次, 在最后一次起动指令停止之后, 再延续 20 秒。也就是, 从第一次起动开始, 经过 95 秒时间, 如果检测速度的继电器 5J 还不动作, 就说明起动失败。在具体电路中, 时间继电器 2SJ 整定时间为 95 秒。起动命令接点 1SJ 闭合后, 开始计算延时。如果延时至整定值, 2SJ 的动合接点实现闭合, 于是就发出“起动滞阻”警报指示信号。

电路的工作原理: ①来自起动命令回路的信号使动合接点 3J₁ 闭合, 把起动命令传送到起动回路。这时, 起动用辅助继电器 1J, 在时间继电器 3SJ₁ 的动断接点闭合的条件下, 得电

激励。② 1J 的动合接点闭合，使接触器 1C 得电吸合，向发电机励磁绕组馈电。③ 1C 的动合接点闭合，使起动啮合开关电磁铁 CLH 得电，第一次起动内燃机。④ 1J 的动合接点闭合后，由于时间继电器 4SJ 的动断接点已保持闭合，这样，使时间继电器 3SJ 得电，并由它的动合接点 3SJ₁ 自保。⑤ 动断接点 3SJ₂ 经过延时整定时间 15 秒后打开，使 1J 的线圈断电，它的动合接点 1J₂ 打开，接触器 1C 失电，开关 CLH 断电，内燃机第一次起动停止。⑥ 延时闭合的动合接点 3SJ₃ 从起动开始，经过 15 秒延时后闭合，使另一时间继电器 4SJ 得电。⑦ 4SJ 经过 15 秒的延时，其动断接点断开，使 3SJ 线圈失电释放。

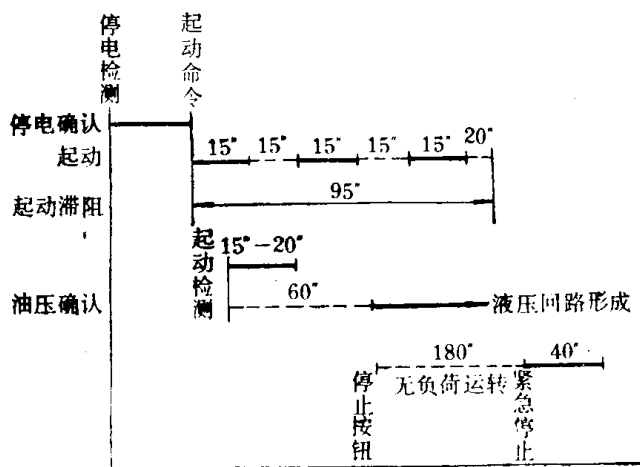


图 1-11 时间表

到此为止，第一次起动电路的全部动作结束。若用接点的时间顺序图表示这个过程，如图 1-12 所示。调整时间继电器 3SJ 和 4SJ 的整定时间，即可改变动合接点 1J 的开和闭的时间。

第一次起动结束之后，如果动合接点 3J₂ 仍然闭合，那么按照前面叙述的顺序再次使 1J 得电。然后 3SJ 和 1C 得电，CLH 得电后便进入第二次起动。时间继电器 3SJ 经过 15 秒的延时使 4SJ 得电，使 1J 失电。同时，1C 和 CLH 也失电，起动便停止。再经过 15 秒的延时，4SJ 的动断接点打开，使 3SJ 失电。于是，第二次起动结束。如果接点 3J₂ 仍然闭合，上述过程就重复进行。如要停止这一动作，就必须断开动合接点 3J₂。

这一回路由两个时间继电器电路组合而成，可以按照一定的时间间隔，重复不断地发出起动和停止信号，形成脉冲输出。所以，该电路是脉冲电路的一种基本回路。

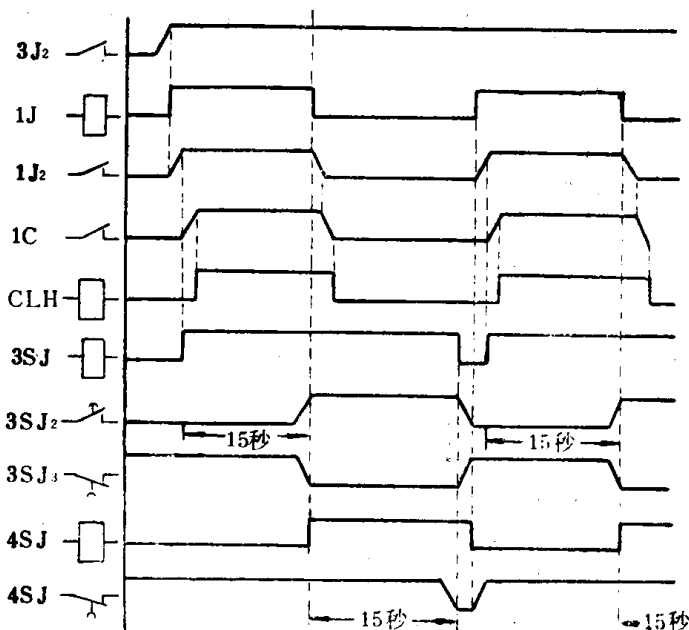
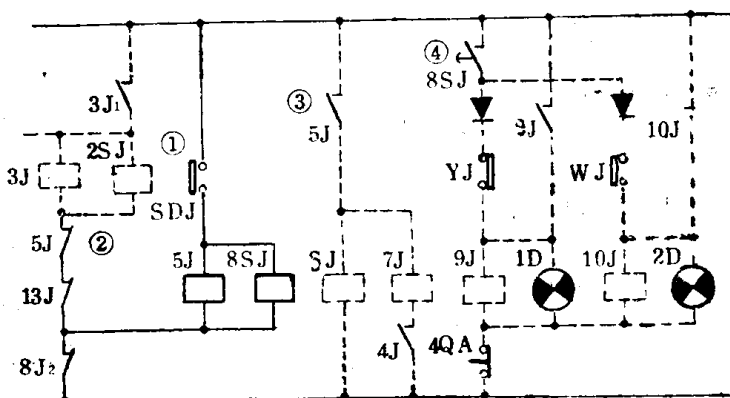


图 1-12 接点时间顺序图

四、起动检测回路

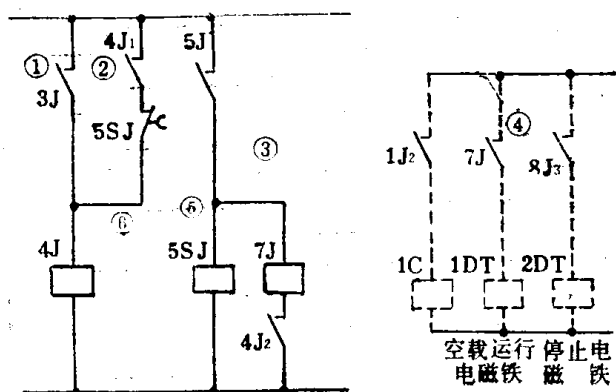
图 1-13 表示起动检测回路。电路工作原理如下：① 在继电器 8J 的动断接点闭合的条件下，内燃机达到 450 转/分的额定转速，速度继电器的离心式接点 SDJ 闭合，辅助继电器 5J 和时间继电器 8SJ 得电。② 5J 的动断接点打开，使作为起动命令的继电器 3J 和 2SJ 失电，

电路的作用主要是在内燃机进行起动操作之后,检测机组是否达到额定转速。若达到这一速度,便可停止起动操作。当机组没有达到额定转速时,润滑油压力和冷却循环水温允许达不到正常值。为了不因此而误发警报,电路通过时间继电器 8SJ 在起动期间封锁警报电路。



五、空载运行回路

因此辅助继电器 7J 得电。④ 7J 的动合接点闭合，使连结内燃机和发电机转子的电磁离合器 1DT 得电。于是，开始空载运转。⑤ 当 5J 的动合接点闭合时，时间继电器 5SJ 得电。经过一定的延时时间，它的动断接点打开，使继电器 4J 的自保持电路开断，4J 失电，其动合接点 4J₂ 打开，又使 7J 失电。在离合器 1DT 回路里，接点 7J 打开，则使离合器电磁铁失电释放，停止空载运转。



成。其特点是，在一段时间里对输入信号具有记忆功能。

电路工作过程如下：当油压过低时，即：①内燃机的主轴润滑油的油压比规定值低。这时压力继电器 yJ 的接点闭合。由于机组正常起动并达到额定转速时，② $8SJ$ 的动合接点已经闭合。因此，继电器 $9J$ 得电并自保。指示灯 $1D$ 点亮，发出“油压过低”故障指示。具体的过程是：当 $9J$ 得电动作的时候，③其动合接点闭合。④中间继电器 $13J$ 得电，⑤其动

合接点 $13J_1$ 闭合, 实现自保。接点 $13J_3$ 向停止回路送出停止信号。⑥接点 $13J_2$ 闭合, 又通过 $14J$ 的动断接点使电铃 DL 得电, 发出警报铃声, 唤起操作人员注意。操作人员观察指示灯后, 便可确定警报项目。

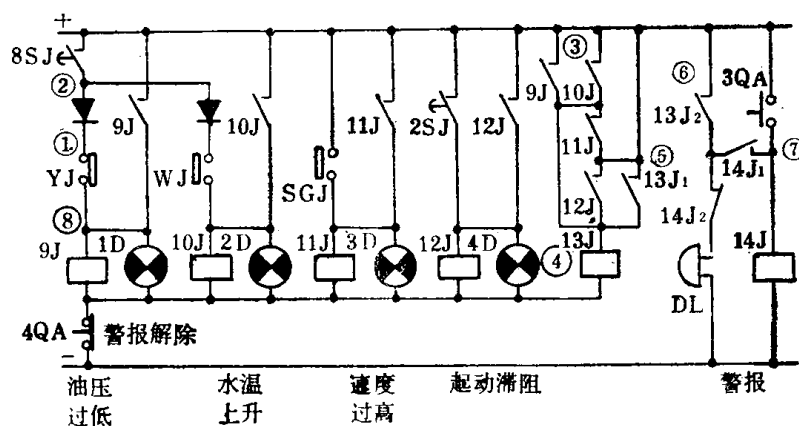


图 1-15 警报指示回路

当按下电铃停止按钮 $3QA$ 时, 由于辅助继电器 $14J$ 得电, 其接点 $14J_2$ 打开, 使报警铃声停止。这时, $14J$ 线圈的自保持回路则由它自己的动合接点 $14J_1$ 和接点 $13J_2$ 构成。事故处理之后, 确认了故障已被排除。这时, 按动警报解除按钮开关 $4QA$, 继电器 $9J$ 和 $13J$ 的线圈回路被断开, 解除自保电路, 电路复原。动合接点 $13J_2$ 打开, 解除 $14J$ 的自保电路。于是, 电铃电路也随之复原。动合接点 $8SJ$ 在警报指示电路中的作用, 已在起动检测回路中作了说明, 此处不再赘述。

在电路中 (见图 1-16), YJ 和 WJ 的主接点回路设置了限制信号极性的二极管, 常常称它为“阻断回路”。当冷却水温度过高时, 温度继电器动作。于是, 就产生一系列报警顺序动作, 内燃机组停止运转, 润滑油压逐渐降低, 压力继电器 YJ 闭合。另一方面, 在停机时, 辅助继电器 $8J$ 得电, 其动断接点 $8J_2$ 打开, 使继电器 $8SJ$ 失电。它在警报指示回路里的动合接点瞬时打开。这样, YJ 的接点虽然闭合, 但 $9J$ 并不得电。警报指示仍为“水温过高”故障指示。如果没有阻断二极管, 按照点线所指示的回路, $9J$ 和 $1D$ 仍然可以得电, 就会产生不应该产生的故障指示。当然, 如果使用两个 $8SJ$ 接点, 分别把 $9J$ 、 $1D$ 和 $10J$ 、 $2D$ 接至电源, 也可以避免上述情况的发生。但是, 为了减少接点数量, 需共用一个接点时, 就必须串接阻断二极管。点线所示回路, 即所谓寄生回路。

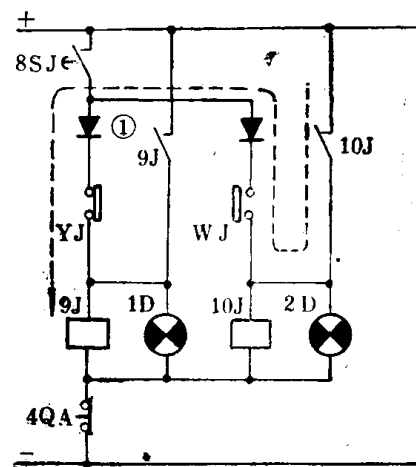


图 1-16 警报指示回路

故障指示项目有数个的时候, 几个故障接点同时闭合, 往往形成复合故障。在这个电路里, 出现复合故障时, 最先产生的故障可以形成包括电铃和灯光的双重故障指示信号。而对于以后发生的故障, 就只有灯光显示, 故障指示就不够明显。但是, 这个电路, 使用的继电器数目较少, 回路也简单, 因此仍是经常使用的基本电路。

七、停止回路

图 1-17 表示了停止回路，它是由辅助继电器和延时继电器组成的脉冲信号电路。

电路工作过程如下：①按下起动按钮开关2QA，辅助继电器8J得电，②并由它的动合接点实现自保。③8J的另一动合接点8J₂闭合，使停止电磁铁2DT得电，从而停止了内燃机的运转。④与8J并联的时间继电器6SJ也同时得电激励，经过一段延时时间，它的串联在8J线圈回路里的动断接点打开，使停止电路复原。在6SJ的延时时间内，停止指令信号被记忆一段时间，以便保证停止操作的可靠进行。⑤13J和7SJ的动合接点闭合的时候，同样可使8J和6SJ得电，实现停止操作。

本电路的输出信号能够在必要的一段时间里维持不变。这点，往往是顺序控制电路为提高可靠性而经常采用的一种方法。

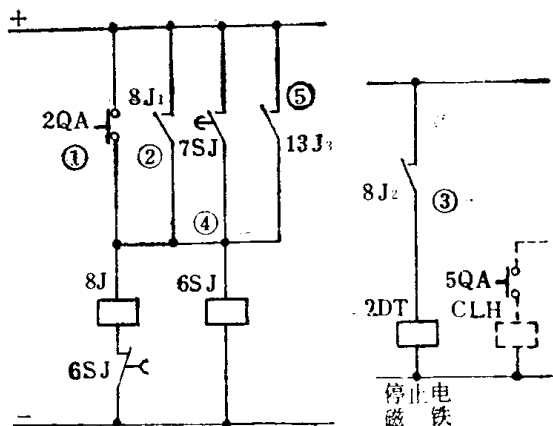


图 1-17 停止回路

八、负荷开关投运回路

图 1-18 所示的负荷开关投运回路，是一个简单的逻辑关系回路。

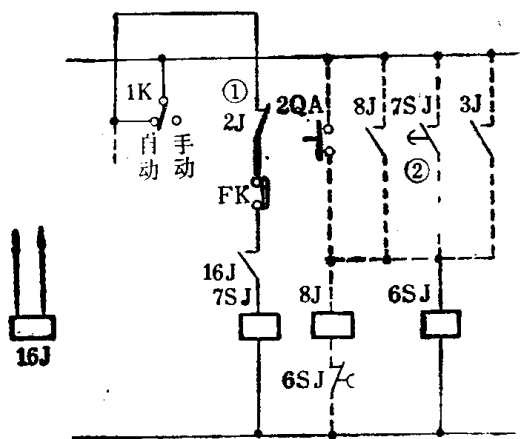


图 1-18 负荷开关投运回路

电路功能如下：当备用发电机顺利起动之后，发电机的输出电压建立，并向负荷开关发出自动投入指令，使开关投入运行。当电网电压恢复的时候，首先切除负荷，使机组在无负荷情况下空运转 180 秒，然后停车。这样，发电机不至于从全负荷状态骤然停止，以便有一定时间进行无负荷的暖机运转，使机组温升逐渐缓解下来。

电路的工作原理如下：①转换开关 1K 置于自动位置。这时，电网电压若恢复正常，停电检测电路的失压继电器 15J 便得电，其动断接点打开，而作为停电确认的中间继电器 2J 失电，它的动断接点闭合。另外，备用发电机继续运转，发电机电压检测继电器 16J 仍然吸合，它的动合接点保持闭

合。这时，操作人员确认了电网电压已经恢复，随后断开负荷开关，开关的辅助接点 FK 闭合。串接在时间继电器 7SJ 和电源之间的四个接点全部闭合。于是，时间继电器 7SJ 得电，经过 180 秒延时时间之后，② 7SJ 的动合接点闭合，向停车电路传送停车指令。

这个电路非常简单，在整个线路中是一个细小的部分，但是，它满足了受控设备的特定工作要求。事实上，正是由于电路中这些细微的部分，才使顺序控制过程趋于完善。但是，