

第18章 电梯电气设备的修理

陈文强 许 杰

第1节 概 述

电梯属于一种机电一体化的综合性起重设备。一般来说,电梯的机械设备方面的故障大多出在经常转动、滑动、振动等活动部位,而这些部位都看得见、摸得着,只要对这些部位的作用比较熟悉,就比较容易分析和发现故障。而对于电梯电气设备方面的故障来说,分布面较广,不一定多出在活动部位,且大都不会像机械故障那么直观,相对机械故障点的查找,难度要大得多,而一旦找到了故障点,处理起来大都不太困难。

所以,要想使电气设备的故障迅速排除,首先对电气设备的工作原理,要有一定程度的了解,根据原理进行冷静的分析,并掌握查找故障的一般方法,细心查找,勤于实践,并且在实践中不断地熟悉维修对象,积累经验。这样,查找和处理故障就会越来越得心应手。

下面简要介绍查找故障的一般方法:

1) 详细地了解故障的背景和现象,是分析故障点的依据。一旦故障发生,首先要尽可能详细地向有关人员了解故障发生时的背景和现象,在不至于发生损坏设备或危及人身安全的前提下,最好亲自使故障多次再现,通过细心观察,冷静地分析故障点。

2) 根据电梯的一般工作原理,区分故障是否与楼层、运行方向有关,初步判断故障点的所属环节或大致部位。例如:电梯上行正常,下行时,选各层均有相同故障,则可判断故障点在下行环节;若仅在某层出现故障,则可判断故障点在该层的有关环节;若与运行方向、楼层均无关,则可根据故障现象,在起动、换速、制动、开关门等各公共环节中进行分析判断。

3) 按照电气原理图,运用逻辑推理,采取由易到难的验证方法来一步步缩小故障点的范围。通常步骤如下:

① 外观检查:在初步判断的基础上,通过对有关元器件的看、嗅、摸、拨等方法直接判断是否有元器件损坏(有一定经验的维修人员应重点观察以往易发生故障的元器件)。对于接触器、继电器等,应看其触头是否有烧毁,嗅其线圈是否有异味,人为使其动合,看其触头是否接触良好;对于插件板上的电子元器件,看是否变形、变色,嗅是否有异味,摸是否过热,拨动是否有虚焊、脱焊现象;对于接线端,可用螺钉旋具拨动接线端的有关导线,看接点是否松动或虚焊。在有条件使故障再现的情况下,应重点观察所怀疑环节的有关动合器件的动作及其顺序。

② 外观检查若无异常,实际上是把故障点的范围缩小了。这就需要万用表等检测工具对所怀疑的电路进行细致的检查。对于一般的继电器电路,首先,应检查该电路的电源是否正常。若正常,则可酌情采用测电阻法、测电压法或短接法去查找故障点。例如,图18-1-1是一般客梯的总控制电路图。此电路故障时,总控接触器KM0不吸合(假设电源正常)。查找故障首先就应判断是接触器本身的故障还是各开关、接点、接线的故障。

若采用测电阻法,则需切断电源。用万用表的电阻档(一般选用 $\times 10$ 或 $\times 100$ 档,测前要将表头调零),先测接点514(因为此接点在控制柜的接线端子上,是该回路在控制柜内与井道里元器件的唯一联接点)与电源相线U之间(简称为514—U,下同)的电阻,正常阻值为 400Ω 左右。若阻值无无穷大,则说明此两点间断路,可依次检测熔断器FU3, KM0的线圈,快、慢车热继电器的触头K20、K21是否断路;若阻值正常,则514—N必然断路,这

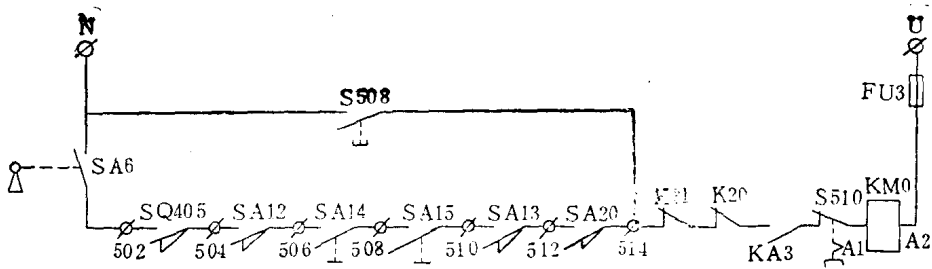


图18-1-1 一种电梯总控制电路图

时就需要到轿内操纵盘、轿顶、中间接线盒直至底坑逐个检测各有关安全开关及其接线是否正常。

若采用测电压法，则不能断电。用万用表的交流电压档（250 V档）首先测KM0线圈A1—A2端电压，若有220 V左右电压，说明其线圈烧断。若无电压，再测A1—U端电压，仍无电压，说明FU3烧断或U—A2点之间的接线断路。若A1—N有220 V左右电压，则说明是N—A1点间的开关、接点或接线断路。再测A1—514端电压，可判别K20、K21的正常与否。若控制柜内元件、接线都正常，再逐次检查轿内操纵盘、轿顶、中间接线盒、底坑各有关开关及其接线是否正常。

再介绍一种简易的短接法。这种方法是在手头一时没有万用表的情况下所采取的应急措施。不断电，用一根足够长的带绝缘皮的导线，先短接A1—N端，若KM0吸合，说明故障点在A1—N之间，再分别短接这两点间的各开关触头，即可查出故障所在。若KM0不吸合，可先断电，用两根导线把电源直接接至KM0的线圈，再送电，可判断KM0线圈的好坏。若KM0正常，可再用短接法检查A2—U间的接线及FU3。实行此法时要特别谨慎，防止触电。

以上三种方法，一般多采用较为安全的测电阻法。而对于电子电路，则应采用测电压法。首先，应根据厂家给出的参考电压对测试孔进行测试对照，以便区分出故障区段，然后再根据原理图中所给出的参考电压，逐级地进行测试对照（若无参考电压值，则需自己根据电路原理进行分析）。

4) 若在初步判断的故障范围内未发现故障点，也切忌慌乱，而应再进一步细致地观察故障现象，仔细分析，根据上一步检查的情况，进行复查或适当扩大查找范围。

5) 若在现场有事先检查过的备用插板或附近有同种类型的电梯，在一时查不出故障点的情况下，

采用替换法，可以加快查找故障点的速度。这种方法就是对于你所怀疑的易换部件（如调速电梯的控制盒、控制插板等），可以把运行正常的部件换上，以判断该部件正常与否。这样可以比较方便、较快地缩小故障点的范围，尽快查出故障点。

以上介绍的是查找故障点的一般方法，读者可根据实际情况，灵活运用。仅有一点在此再一次提请读者注意，就是在查找故障点时一定要保持冷静分析的头脑，切忌盲目乱插、乱动、乱换，甚至盲目拆件、改线，以至故障点越查越多。

本章以沈阳电梯厂的产品为主，介绍电梯电气设备的一些基本原理、故障的分析方法及一些常见故障的分析，仅供维修人员参考。

第2节 电梯的电力拖动系统

电梯的电力拖动系统包括主拖动电路及其控制电路。下面，对目前普遍使用的交流双速、继电控制交流调速、直流机组及微机控制交流调速电梯分别予以介绍。

（一）交流双速电梯

拖动电机通常采用笼型双速单绕组异步电动机。

1. 主拖动线路

电梯在起动过程中，为了限制起动电流，减小电网电压的波动及减小起动时的加速度，以改善乘客乘坐的舒适感和防止对机件的冲击，一般采用在定子电路中串入电阻或电抗器进行减压起动。随着速度的提高，将电阻或电抗短接切除，电梯加速，很快进入稳定运行。起动过程中一般采用一次切除电阻或电抗的方式。

减速时，电动机由高速绕组（一般为6极）转

到低速绕组(一般为24极),利用电动机的变极特性,同样采取串接并延时再切除电阻或电抗的方法,使电梯的速度由高速转为低速。为了限制其制动电流及减速度,改善舒适感,通常采用分级切除电阻或电抗的方式。

图18-2-1是一种交流双速电梯的拖动线路。该线路采用串电抗减压起动,分级切电抗制动。

电锁打开,总控接触器KM0↑(为叙述方便,本章中以↑代表吸合,↓代表释放),起动时,方向接触器KM1↑(或KM2↑),快速接触器KM6↑,快速换接接触器KM7↑,电动机快速绕组得电并串入电抗L的0—1段减压起动。经一段时间后,快加速接触器KM8↑,短接了0—1段电抗,电动机转入自然特性曲线稳速运行。

减速时,KM6↓,KM7↓,KM8↓,慢速接触器KM3↑,慢速绕组串入0—3段电抗,电梯减速。经延时后,制动接触器KM5↑,同时,KM3↓,短接了2—3段电抗,电梯继续减速。又经一段延时,慢减速接触器KM4↑,短接全部电抗,电动机在慢速自然特性曲线上运行,直至KM1(或KM2)↓→KM5↓→KM4↓,施闸停车。

主电路的电器元件功率都较大,但结构都不太复杂,故障点比较容易查找。

对于主拖动电机来说,只要平时注意不使其过热、潮湿、缺油,一般不易出现故障。故障点多出现于接触器的主触头、衔铁及各接线端点。接触器

的主触头是带负载通断的,瞬间电流产生的弧光较大,致使触头烧黑和烧损,若不及时处理,就会造成恶性循环,最后彻底烧毁或粘结。衔铁经常会吸附一些粘性污物,严重的会影响接触器的释放速度,以至粘住不掉。

导线与器件的压接接点,由于接触器动作时振动大而容易振松。接点松动会造成接触电阻增加以及随之而来的恶性循环,在弱电流线路里会造成信号衰减以至不起作用,在强电流线路里会造成接点过热以至烧坏、导线绝缘层烧熔等故障。为避免这些故障的发生,在平时就应经常检查、处理好这些部位,防患于未然。

2. 控制电路

图18-2-2为总电源控制电路。转换开关SA1和轿顶慢上、慢下按钮S401、S402都装于轿顶检修箱上,电锁SA7装于轿内操纵盘上,厅门电锁SA6装于基站厅门召唤箱上,机房按钮S405装于控制柜(屏)上。

一般在正常状态时,SA1处于“运行”位置,用钥匙开启电锁SA7,则KM0↑,为开梯做好电源准备。S401、S402是双常开触头按钮,在检修状态时,按动S401(或S402)可同时接通电源和方向接触器(见图18-2-4),使电梯慢速行驶。S405可实现在机房较方便的开梯。

图18-2-3是同步开闸控制电路图。当电梯经过选层、定向,门一关好,方向接触器KM1↑(或

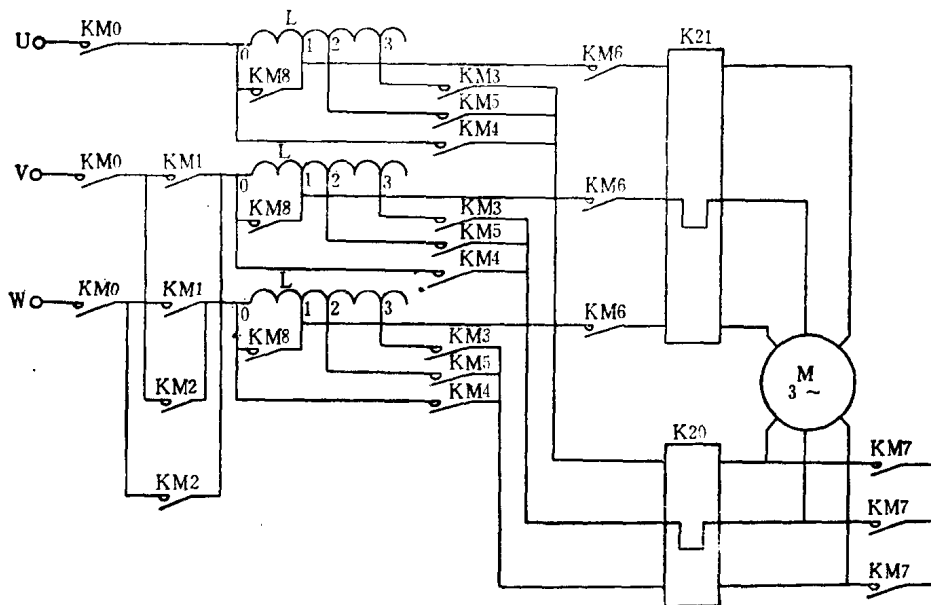


图18-2-1 一种交流双速电梯的拖动电路

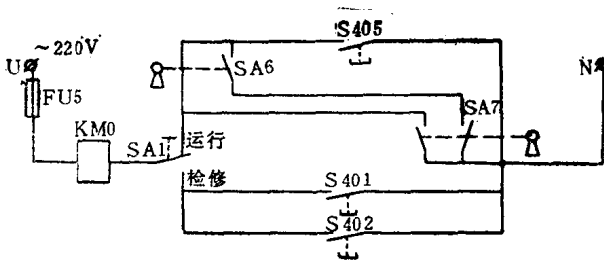


图18-2-2 总电源控制电路

KM2↑)，其常开触头接通电机制动器(俗称抱闸)线圈YB回路，回路中同时串接了开闸电流继电器的线圈。电流在这两个串接的电感线圈中是逐渐上升的，当电流升至使YB的电磁力足以克服制动器的弹簧压力时，制动器的两臂张开(开闸)，此时KR的线圈磁力亦能使其上所装的干簧开关动合，使开车继电器K7↑并自保，发出开车指令，电机才能开始转动，可以避免电机堵转事故。经济电阻R1的主要作用是为了限制YB的电流(磁力)，使其在工作时，既保证能打开抱闸，又防止线圈过热，在停车的瞬间尽快释放、下闸，以提高平层精度。

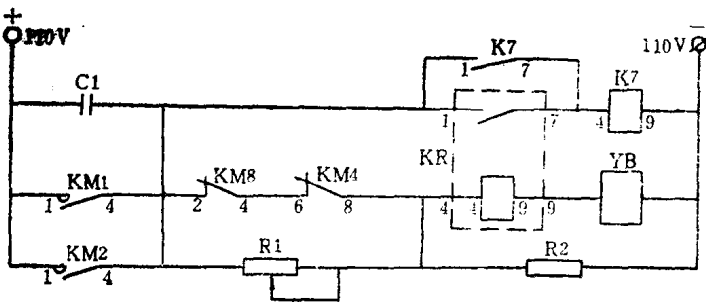


图18-2-3 同步开闸控制电路

图18-2-4是一种拖动控制电路。当K7↑后，使KM6↑→KM7↑，此时，电动机的快速绕组(一般为6极)得电，电机串电抗减压启动，KM7↑后，其触头接通KT6回路，KT6↑，经过延时，KT6(指KT6的1、3触头，下同)使KM8↑，短接所串电抗，电动机在其自然特性曲线上恒速运行。

当电梯运行到预选层的换速点时，方向继电器K1(K2)↓→KM6↓、KM7↓→KM3↑→KT7↑，此时电动机由快速绕组换接到串有电抗0—3段的慢速绕组上，进行再生发电制动，电梯减速。经过延时，KT7↓分断使KM3↓，KT7↑吸合使KM5↑→KT8↑，短接2—3段电抗，电梯继续减速。当电

动机的实际转速接近慢速绕组的同步转速时，KT8↑闭合，使KM4↑，短接全部电抗，电动机运行在慢速绕组的自然特性曲线上，直至停梯。

关于电动机串电抗启动、制动时机械特性的变化过程，与维修关系较小，这里就不做分析了。但是应该知道，通过调整串入电抗的大小，以及控制逐级短接电抗的时间，可以改变电梯的加、减速度值，使电梯尽量按其理想速度曲线(见图18-2-5)运行，以满足加速度和舒适感的要求。

增加串入电抗，可减小起、制动电流、改善启动和换速开始时的舒适感。但亦会相应使起、制动转矩减小，使起、制动时间延长，既降低了电梯的运行效率，又有可能使电梯在所限制的起、制动时间内不能较平滑地转接到电动机的自然特性曲线上运行，影响启动结束和爬行开始时的舒适感。所以调整时要互相兼顾，反复比较，以达到最佳效果。

另外，SQ401、SQ402为上、下端站强迫换速开关，安装于顶、底端站换速开关稍后处。其作用是在端站换速开关一旦失灵时，SQ401(或SQ402)动断，一是使快车接触器KM6↓，KM7↓，强迫换速，二是接通强制制动继电器KT5，KT5↑延时切断电压继电器KC的通路，使控制电路断电，电梯施闸停车，防止冲顶、墩底。

停止溜车继电器KT4是防止方向接触器吸合开闸后而快车接触器没吸合，造成电梯溜车而设。

这一部分的故障点多出现在继电器的触头以及各导线与电器的接线端点上。控制电路的电流虽不大，但由于经常动作，有的触头也会出现打黑、打麻，或由于触头的联接簧片弹性不佳造成触头的接触不良；接线端子上的螺钉由于振动或温度变化而松动，也会造成电梯的不正常运行。因为此部分元器件都比较简单直观，参照前面介绍的查找故障的一般方法，故障是不难查找和处理的。

这里要说一下这部分中的时间继电器的调整(电抗器所接的匝数，是生产厂家或安装调试人员凭经验调整的，一般不宜再行调整)。调整时，一般是机房一人，轿厢内一人。对于启动时间继电器

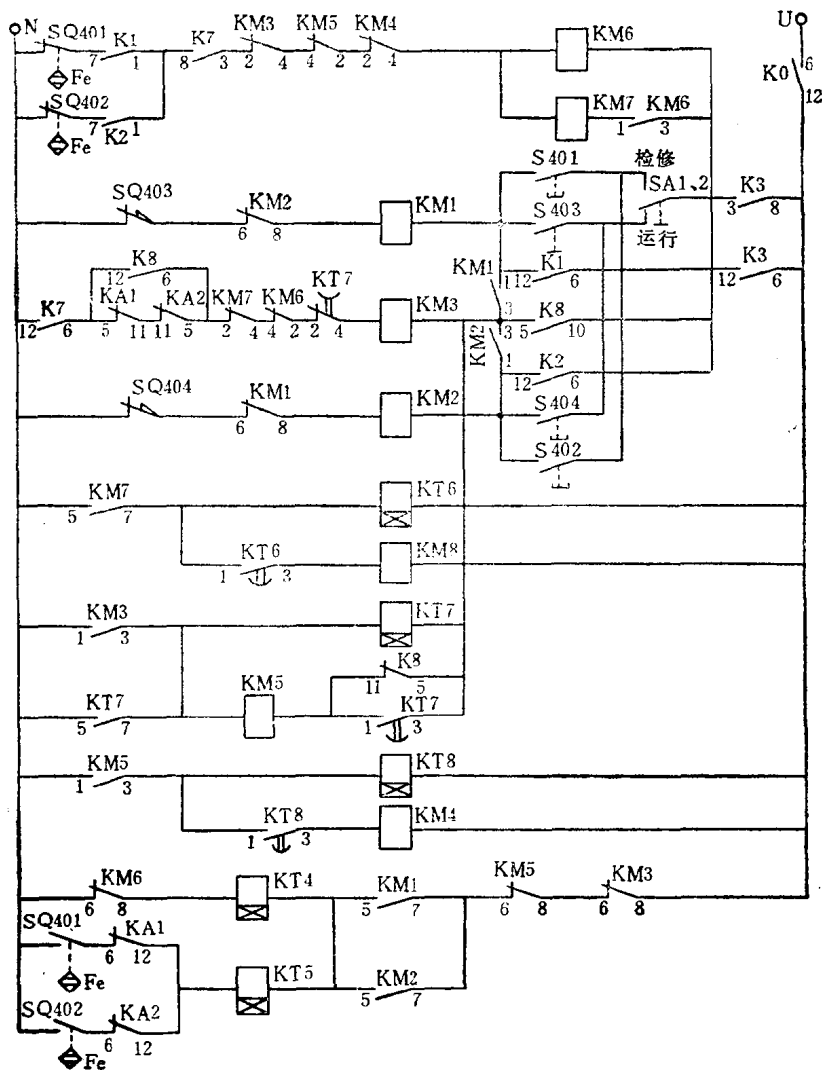


图18-2-4 交流双速电梯的一种拖动控制电路

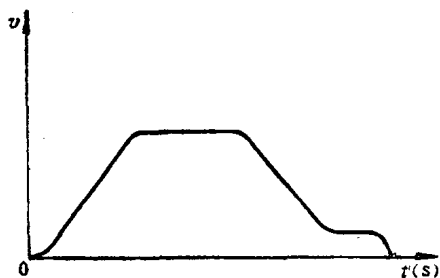


图18-2-5 交流双速电梯理想速度曲线

KT6, 应反复调整其时间, 使电梯上、下行兼顾, 在启动结束切电抗时的舒适感为最佳。KT7、KT8也要上、下行兼顾, 使制动过程的舒适感为最佳, 同时也要在上行制动过程中, 保证电梯能有一段爬

行过程(时间不小于1s), 以保证电梯的平层精度。

KT4的时间调整为3s左右。KT5的时间调整为1~1.5s。

(二) 半闭环交流调速电梯

1. 主拖动线路

这里介绍一种应用广泛、控制较为简单、速度为1m/s以下的继电器控制交流调速电梯。由于其速度较低, 故采用了简单的开环减压启动, 稳速段亦是开环。为了保证减速过程的舒适感和平层精度, 其减速全过程采取电压负反馈闭环控制。其原理框图如图18-2-6所示。

这种电梯的启动过程与交流双速电梯基本相同, 制动过程由于采取闭环控制, 减少了分级切除

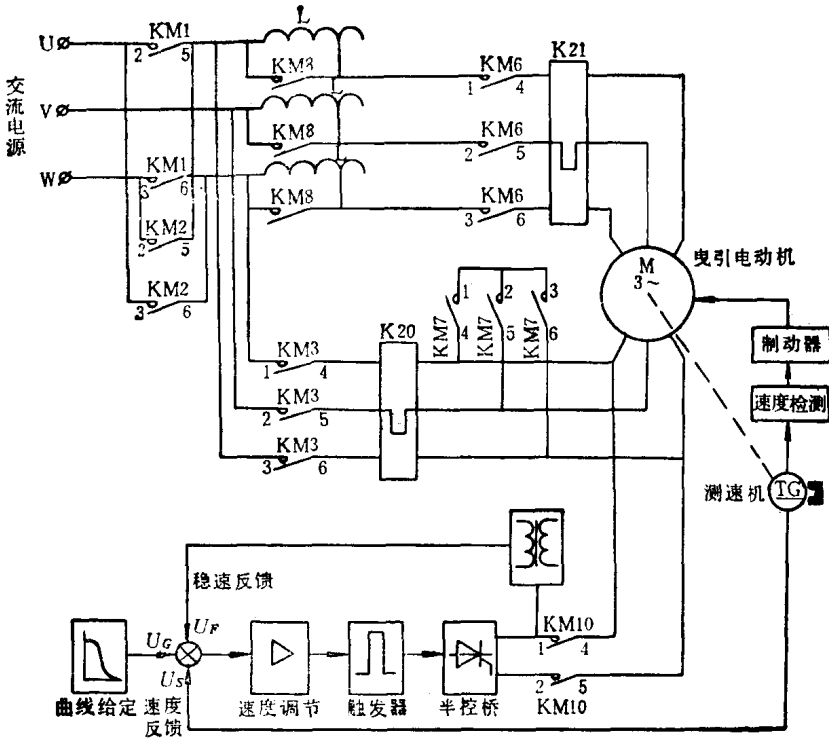


图18-2-6 半闭环交流调速电梯的原理框图

电抗的接触器和相应的时间继电器，增加了制动接触器KM10，主拖动电路的基本原理与维修雷同于交流双速电梯，这里就不再介绍了。

2. 速度控制环节

(1) 速度给定环节 此种电梯的理想速度曲线如图18-2-7所示。

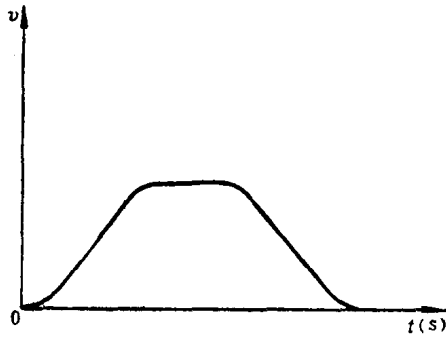


图18-2-7 交流调速电梯理想速度曲线

此种电梯速度曲线的获得方式，各厂家不尽相同，这里介绍一种采用光电计数方式的数字给定曲线发生器，其电气原理图见图18-2-8。

当电梯运行将至预选层站的换速点时，预换速继电器K49↑，接通了给定曲线发生器的电源，为给定曲线发生器工作做好准备。当电梯运行至距平层

1350mm时，装在轿厢上的上行(或下行)磁感应开关被装在导轨上的隔磁板隔磁，感应开关触点闭合，使换速继电器K9↑并自保。K9触点闭合使光电耦合器N3的二极管导通，N3的三极管随之饱和导通，输出端(5脚)为低电平。ID4是具有滞回特性的四与非门，可对输出脉冲进行整形，此时，输入为低电平，输出(6脚)亦为一低电平。

装在电动机轴头上的码盘在外圆周上均布48个齿，码盘随电机同步旋转。当盘齿不遮挡光电计数开关GS发光二极管的光线时，其光敏三极管受光照而饱和导通，输出低电平，使V3由于基极电位降低而截止，光电耦合器N2的输出为高电平，ID4输出高电平；当盘齿遮光时，GS输出高电平，N2输出低电平，ID4输出低电平。

ID3(4040)是12位二进制的计数器，其10脚为计数脉冲输入端，11脚是计数复位控制端，低电平时，4040执行计数功能。当K9↑时，就满足了4040的计数条件。随着电动机的转动，GS产生的脉冲经整形后不断地送入4040的第10脚，由4040进行计数。每一个脉冲对应于电动机转过一个角度，表示电梯移动了一段距离(大约为1mm)。光电耦合器N2、N3同时起电压隔离作用，防止外界干扰所造

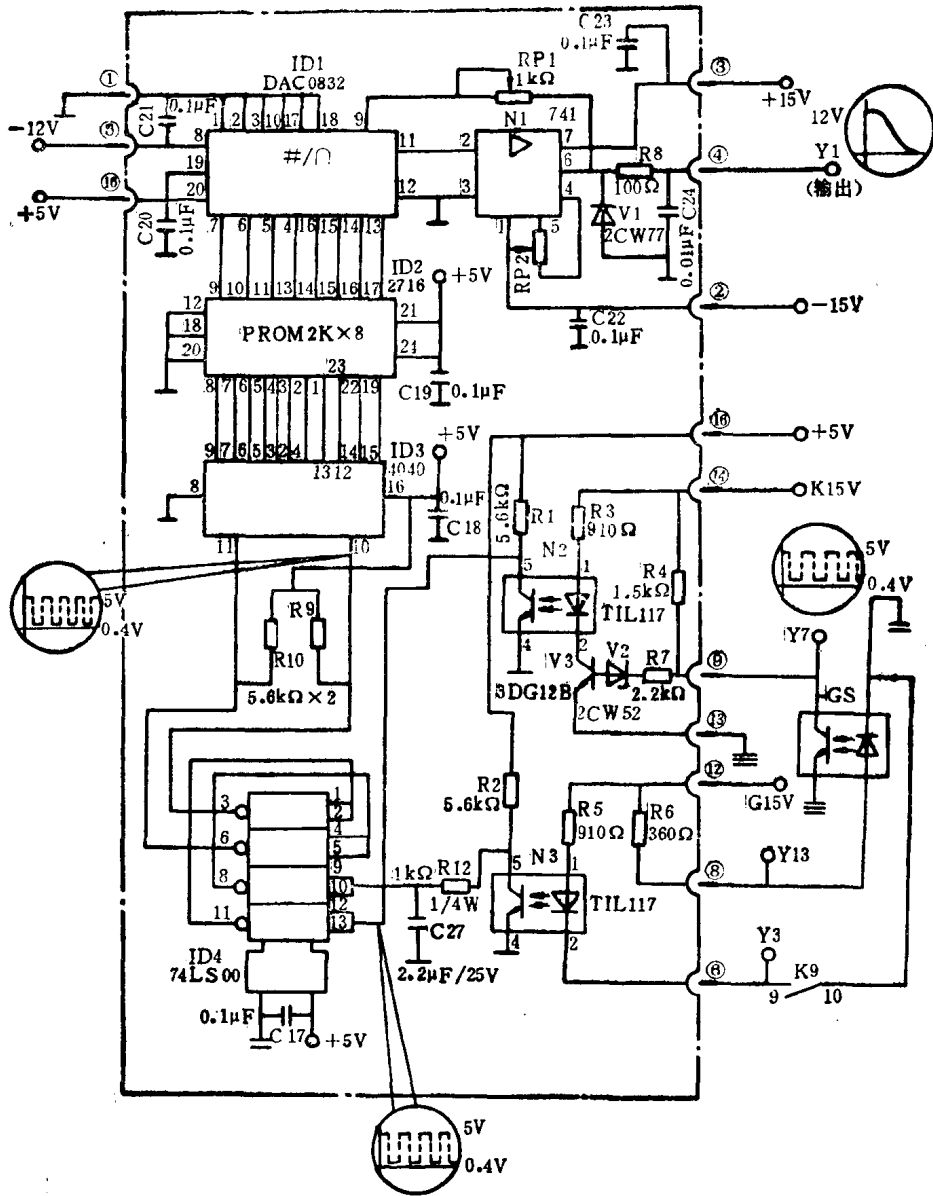


图18-2-8 数字给定曲线电气原理图

注：电源对应参考点关系如下：

±15V、-12V、5V—⊥，G15V—⊥，K15V—⊥，

圈内数字为线路板插脚号。

成的误计数。4040的计数输出，表示电梯从计数开始时刻的位置起行驶的距离，即从减速点处起开始行驶的距离。4040的输出端分别与只读存储器 ID2 (2716) 的地址线对应连接。这样，计数器输出的每一个数字，就决定了2716一个存储单元的地址，也就是说，用脉冲做距离的计算单位，从换速点起

始，电梯每行驶一个单位距离，就能在存储器中找到一个存储单元和电梯的位置对应。在这个单元中，事先写入电梯在这个位置上按预定减速曲线行驶时应有速度的数字当量。这个被找到的数字由2716的输出端输出，送至数/模转换芯片ID1(0832)，把数字量转换成电流模拟量，再经运算放大器 N1 (μA 741) 转换成电压模拟量输出给调速系统。显然，这种给定速度电压曲线的方法是以电梯实际运行位

置原则进行的。

0832是8位数/模转换芯片,输入数字最大值为255,对应于模拟电压12V。电位器RP1是满度调节,可调整输出电压的最大幅值。RP2是运算放大器初始零位调整电位器。R8和C24的作用是滤掉给定电压的阶跃纹波,使其成为一条光滑曲线,同时防止输出短路时损坏 μ A741。

正常的数字曲线发生器,在送电后(人为压合K49),输出电压应为12V左右。当用硬纸片反复遮挡计数开关GS的光线时(此时,应断开门联锁继电器K3的线圈回路,压合方向接触器,开闸后,盘动惯性飞轮,使码盘齿不遮挡GS的光线),输出电压应随遮挡次数的增加而逐渐降低。

若数字曲线发生器有故障时(一般表现为换速后无输出或输出不随电梯的运行而下降),首先应检查其电源部分的输出电压是否正常。若不正常,再继续查故障回路的整流桥输出、输入,以至变压器、熔断管等是否正常。在电源正常的情况下,可以进行外观及接线的检查。装于码盘处的光电计数开关是个常见故障点。一方面是由于开关的凹口较窄较浅,与码盘齿的相对位置要求又比较严格,码盘齿既要能完全遮断发光二极管的光线,又不能刮碰光电开关。若是由于某种原因刮碰了光电开关的二极管或三极管,就会使发光或受光的表面出现伤痕,影响透明度,以至于不能正常发光或受光,造成不产生脉冲或少产生脉冲;另一方面是由于光电开关的发、受光部分也会积尘(尤其是有粘度的灰尘),以至于影响正常发出脉冲。这就要求在机房灰尘较大的情况下,要酌情经常用干净的布条(最好蘸酒精)小心地擦拭光电开关的发、受光头。平时要尽量避免碰撞光电开关的支架。

其次,可在制动减速阶段(在中间层站运行观察,以防给定曲线不正常造成冲顶或墩底)用示波器在4040的第10脚观察脉冲波形。高电平一般在4V以上,低电平在0.3V左右。如果高电平低于3.5V,应检查电阻R9是否断路或脱焊。如果没有示波器,可用硬纸片遮挡光电计数开关,用万用表测静态电压。遮光时,10脚应为0.3V,光照时,应为5V。短接K9₀,4040的11脚电压应为0.3V。

检查4040的好坏,可用硬纸片反复遮挡光电开关,若在4040的第9、7、6、5脚可以量出符合二进制计数规律的输出电平,则4040为正常。

2716的内容可在任何一种单板机上读出,检查

存储的曲线是否正确,并试验其能否正常读取。

0832和 μ A741芯片的损坏都能使输出总是在13V以上或无输出。

由于印制电路板上的集成电路芯片都是双列直插式的,替换方便,故在手头有良好芯片的情况下,最方便的办法是对怀疑的芯片进行替换,可以大大加快故障的查找速度。

(2) 速度调节和零速停车环节 此环节原理见图18-2-9。

1) 速度调节器 给定电压 U_G (正值)通过电阻R32输入到运算放大器N1的反相输入端。实际速度电压 U_S 是通过与主拖动电机成比例运转的直流测速发电机输出的电压,进行桥式整流(整流的目的是为了保证电机无论正转还是反转,输出的电压极性不变)、滤波、分压后获得一个负值电压。此 U_S 在换速继电器K9₁后,通过R31加到运算放大器N1的反相输入端。稳速反馈电压 U_F 是取自于晶闸管半控整流桥输出端的一个脉动电压,此电压经变压器、分压器、电阻R33,同样输入到N1的反相输入端($R31 = R32 = R33 = 24k\Omega$),此三个电压叠加后,经运算放大器比例放大后,反相输出一个电压,做为触发器的输入信号。

减速过程中,当电梯的实际速度电压高于给定电压时,即 $|U_S| > U_G$,此时的叠加值 ΔU 为负值,则N1输出正值,触发器输出脉冲、触发晶闸管,产生直流制动力矩。 ΔU 越负,N1的输出越正,晶闸管的导通角就越大,制动力矩也就越大。当实际速度电压低于或等于给定电压时,即 $|U_S| \leq U_G$,叠加值(先不考虑 U_F 的作用)为正或零值时($\Delta U \geq 0$),N1输出负或零值,触发器无脉冲输出,晶闸管关断而无制动力矩,电梯靠系统的机械惯性滑行。在滑行过程中如 $|U_S|$ 又高于 U_G ,则晶闸管又被触发导通,电梯又获得适当的制动力矩。从而保证了电梯在整个减速过程中能够按给定的理想速度曲线减速运行,直至平层。

U_F 是通过稳速变压器所取得的晶闸管输出直流电压的突变量,参与输入叠加,起抑制速度突变,保证舒适感的作用。

2) 零速停车环节 当 $|U_S| > 0$ 时,N2输出正电压,使V26导通,K0₁,其触头使K8₁,电梯正常运行,当 $|U_S| \approx 0$ 时,N2的输出电压降到不能维持V26导通时,V26截止,K0₁→K8₁→方向接触器₁,施闸停车。V26与V27组成一个射极

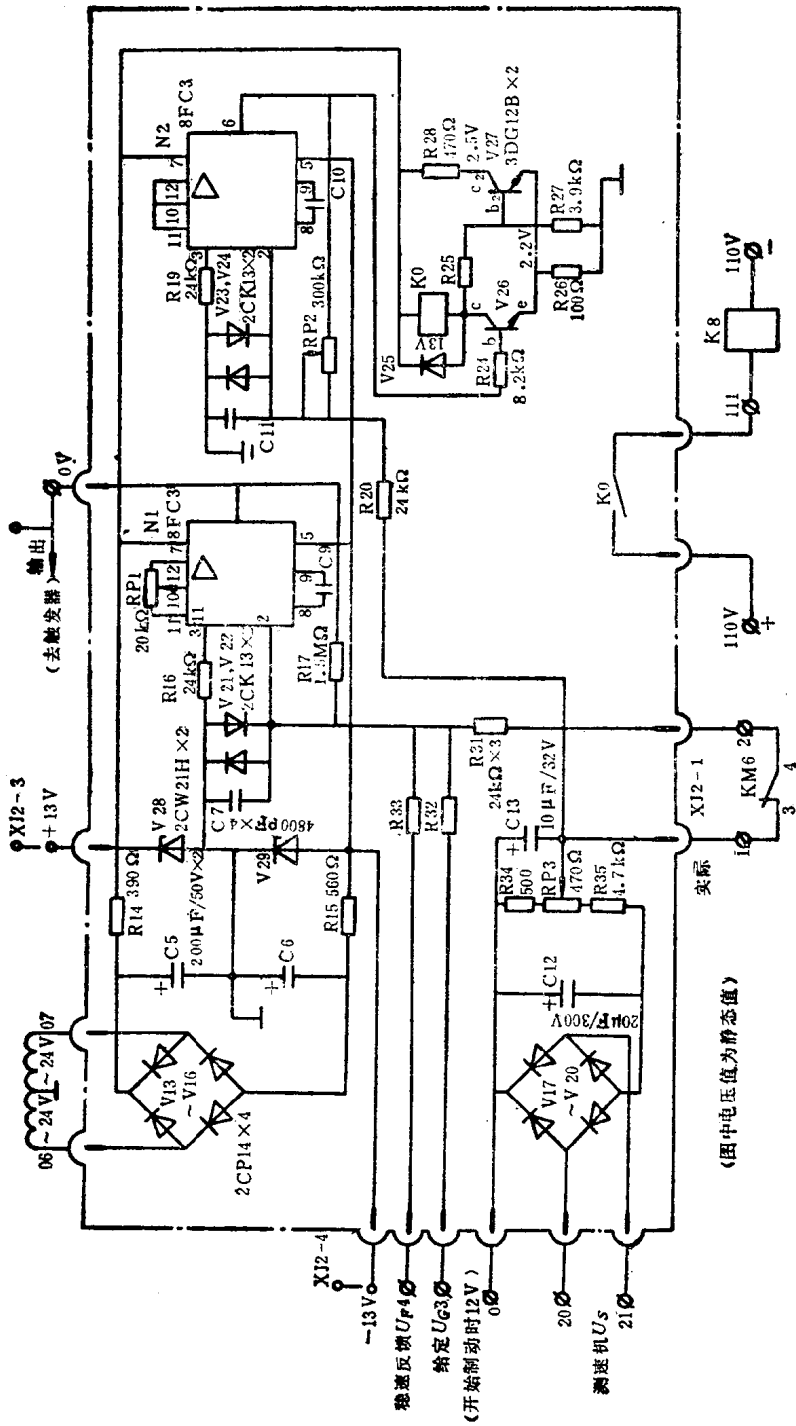


图18-2-9 速度调节器及零速停车环节

耦合双稳态电路。在 $U_S = 0$ 时, $U_{b1} = 0$, V26 截止, 此时 U_{b2} 为正偏压, V27 导通。在射极电阻 R26 上只有 V27 的射极电流 I_2 流过, 随着 $|U_S|$ (为方便叙述, 以 \nearrow 代表电压、电流量的上升或增加, 以 \searrow 代表下降或减少, 下同), $U_{b1} \nearrow$, 当 U_{b1} 稍高于 U_c 时, V26 开始导通, 产生集电极电流 I_1 , 使 $U_{c1} \searrow$, 通过电阻 R25 耦合到 V27 基极, $U_{b2} \searrow$, 因此 V27 的集电极电流 $I_2 \searrow$ 。由于线路的设计使翻转过程中 I_2 的下降速度比 I_1 的上升速度要快, 这就使 $U_{b2} \searrow$, V26 迅速导通, 直至饱和, V27 可靠截止。这是一个正反馈过程, 其过程可简单表示如下:

$$U_S \nearrow \rightarrow U_{b1} \nearrow \rightarrow U_{b2} \searrow \rightarrow I_1 \nearrow \rightarrow U_{c1} \searrow \rightarrow U_{b2} \searrow \rightarrow I_2 \searrow \rightarrow U_{c1} \searrow \rightarrow U_{b2} \searrow \rightarrow I_1 \nearrow$$

当电梯减速接近零速时, 情况正好相反。由于电路的正反馈, 使 V26 完全截止, K0

其过程简示如下:

$$U_S \searrow \rightarrow U_{b1} \searrow \rightarrow I_1 \searrow \rightarrow U_{c1} \nearrow \rightarrow U_{b2} \nearrow \rightarrow I_2 \nearrow \rightarrow U_{c1} \nearrow \rightarrow U_{b2} \nearrow \rightarrow I_1 \searrow$$

此环节的元件焊接于一块印制电路板上 (CB2 板), 而电梯快车的可调点, 大都在这块板上, 现把调试过程简介如下:

首先要进行调节器的运算放大器调零。即在停车状态, 人为压合运行继电器, 使调速系统得电。用万用表直流低压档, 测控制盒的“输出”孔, 在无任何输入信号的状态下, 调节电位器 RP1, 使“输出”基本为零。然后, 使电梯在中间层站空载运行, 测“实际”孔 XJ2-1, 调整 RP3, 使实际速度电压 U_S 与给定电压 U_c 相近, 要调整到上行时, $|U_S|$ 略大于 U_c ; 下行时, $|U_S|$ 略小于 U_c 。再后, 是舒适感和跟随性调整, 即在轻载、平衡负载和重载的状况下反复调整装于控制盒面板上的稳速反馈电位器 RP4, 反馈强, 舒适感好, 但系统对给定曲线的跟随性差, 也就是在不同载荷下, 平层误差大 (平层误差应小于 $\pm 15\text{mm}$)。反馈弱, 跟随性好, 但舒适感会差点。要反复调整, 兼顾两者, 调出最佳点。最后是调整 RP2, 在轻载运行状态下, 观察电动机的惯性轮, 达到基本零速时停车。

调速环节的常见故障点, 往往不在插板上, 而多见于其外围部件及其有关接线点, 所以要首先注意进行外观及接线、接点的检查。要特别注意检查屏蔽线的屏蔽层是否与芯线短路 (相当于信号为零)。

在进行以上检查尚未找到故障点时, 可根据调

试步骤, 有的放矢地进行进一步的查找。例如: 调 RP1, 若“输出”无变化或输出电压不能调到 10mV 以下, 则应查 $\pm 12\text{V}$ 电源以及 RP1、N1 是否有虚连现象或损坏。运行时间较长的插板, 由于焊点或管脚受腐蚀而虚连的现象较为常见。调 RP3, 若“实际”无反应或不正常, 可检查测速机换向器是否积碳过多, 与碳刷的接触是否良好, 以及插板上的整流二极管、滤波电容、电位器等有关元器件是否良好。若调稳速反馈电位器对舒适感的好坏不起作用, 则应检查稳速反馈变压器 (在控制盒内) 及电位器 (RP4 在控制盒面板上) 是否完好。若调 RP2, 而停车不能接近零速, 一般的故障点都在运算放大器 N2 和有关的三极管上。

(3) 触发环节 此环节原理图见图 18-2-10。

一次触发环节是一个比较典型的单结晶体管触发器。在第 4 章中有较详细的说明, 在此恕不赘述。

图中三个交流 60V 电源取自与调速环节共用的同步电源变压器。

当速度调节器输出正电压使单结晶体管触发器输出脉冲时, 脉冲变压器 TP1 二次绕组感生的脉冲电压加在小晶闸管 V4 的门极和阴极之间, 由于此刻, 带中间抽头的电源无论是 C 点的电位高, 还是 D 点的电位高, 经 V3、V5 的单向导电作用, 总是使 V4 的阳极与阴极之间承受正向电压, 故此时 V4 被触发导通。

当 V4 导通时 (假设此时为电源正半周), C 点为高电位, D 点为低电位, 则此时的电流流向如下: C 点 \rightarrow V5 \rightarrow C2 \rightarrow 脉冲变压器 TP2 的一次绕组 1 \rightarrow V4 \rightarrow E 点。由于 TP2 二次绕组的绕向不同 (注意图中的同名端), 故绕组 3 感生出来的脉冲电压上端为正, 下端为负。此时, 主电路晶闸管 2 的阳—阴极间承受正向电压, 受触发导通, 而主电路晶闸管 1 的各级所受电压的极性皆不符合导通条件而截止。负半周时, 电流的流向是: D 点 \rightarrow V3 \rightarrow C1 \rightarrow 绕组 2 \rightarrow V4 \rightarrow E 点, 感生的脉冲电压极性与正半周时相反, 晶闸管 1 受触发导通, 晶闸管 2 阻断。两个晶闸管轮流导通, 为主电机提供制动所需的直流电流。

增加小晶闸管这一级触发环节, 可增大输出脉冲的功率, 以保证主电路大晶闸管的可靠触发。此环节中, R1、V1、R2、V2 主要是保证晶闸管门极所获得的脉冲为正脉冲, 并对脉冲进行限幅, 以保证

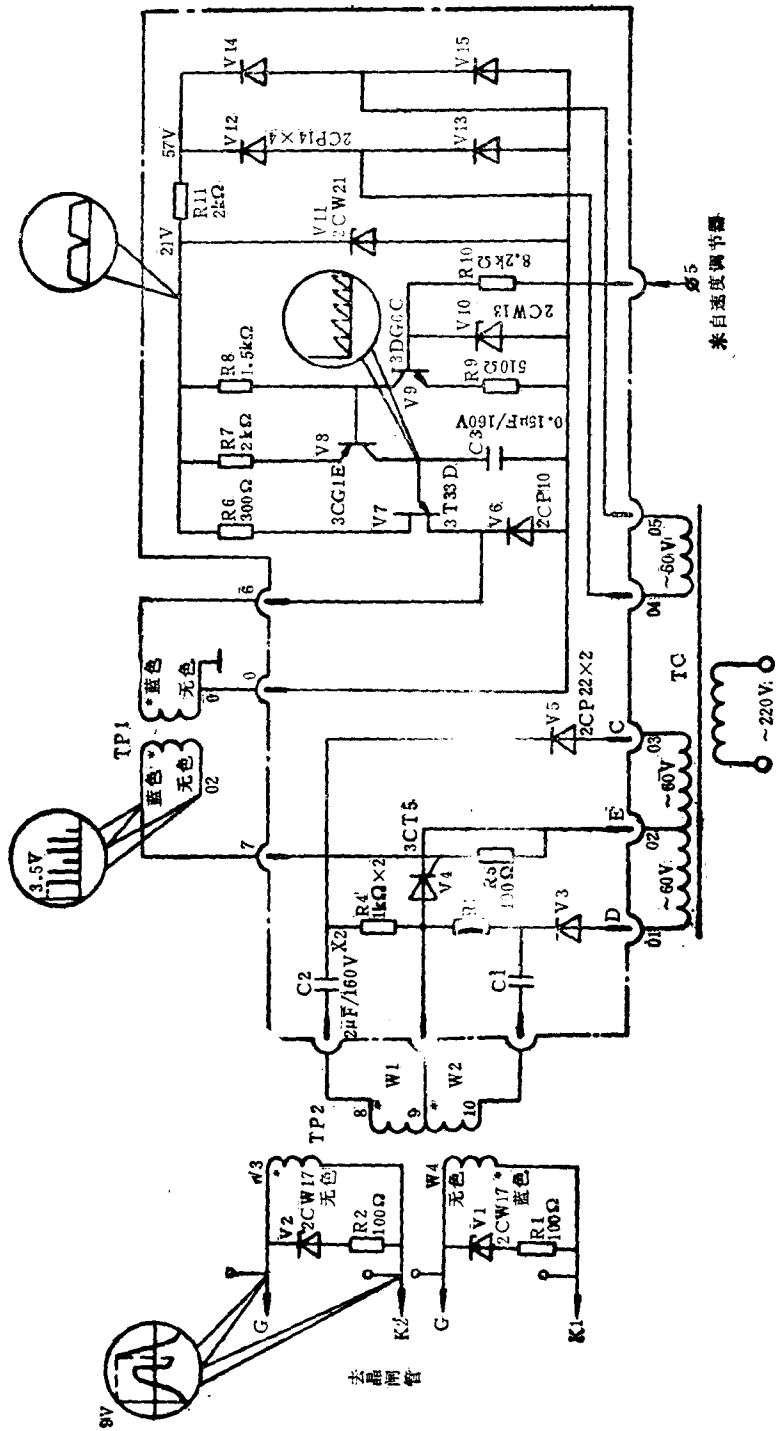


图18-2-10 发电机原理图

大晶闸管的正确触发并防止过电压损坏其门极。

触发器故障会导致电梯在换速后没有制动而越层。若制动接触器正常吸合,控制盒面板的“输出”孔有正电压,而电梯不能正常制动,可用备用的CB1插板,用替换法先判断是电子元器件的故障还是其外围接线或脉冲变压器的故障。若无备用板,则可先拔去速度调节器插板CB2,在“输出”孔接入+15V电源,压合K8后,测“一次脉冲”的波形或电压,若正常,则说明是二次触发器的问题,若不正常,就是一次触发器的问题。以后可根据原理图(图18-2-10)中所给的电压值或波形图一级一级地查找故障点。据笔者经验,单结晶体管(V7)的故障率相比之下要高些。

3. 改进型半闭环调速系统

这种电梯是在原半闭环交流调速电梯的基础上,进行了以下主要改进:主拖动电机采用带风冷的双绕组电机,其绕组中带有三相测速发电机绕组(与主电机同寿命)取代了原系统中的直流测速发电机;用继电器及井道中的一些开关取代了选层器;其速度控制系统采用了高可靠的CMOS集成电路,集成触发器及模块式晶闸管、整流管;对速度进行PID调节,以增强其跟随性能,同时也增加了一些保护环节。整个系统组装于一块印制电路板上。系统的主要环节有:曲线给定、速度检测、速度调节、脉冲触发、系统工作状态保护等,基本原理与改进前大同小异,但可靠性大大提高。电路见图18-2-11(另见袋图十五),简要工作原理如下:

电梯行驶到预选层减速点时,K49↑,其触头的转换使与非门D1(4011)开始工作,把来自光电码盘而代表电梯从减速点开始运行距离的光电脉冲(JS端)进行整形后,送入计数器D2(4040)进行计数,其输出作为存储器D3(2716)的地址,把相应的理想速度曲线数值送入数/模转换器N3(1408)进行D/A转换,再经运算放大器N4(741)转变成给定电压信号 U_c 。此信号与经测速机检测、整流、滤波、分压而获得的速度反馈电压 U_s 叠加后送入比例积分调节器进行运算,输出控制电压 U_K 控制触发器N6(KJ004)的脉冲移相,进而控制晶闸管的导通角。

这里的调节器和触发器与改进前的有所不同。调节器增加了C11、R18以进行PID调节,增加了由V3、V4、R19、R20组成的正向限幅电路,由K0触头、C10、R16组成的零速停车时的强制制动电路,

K49的常闭触头保证调节器只有在换速后才能工作。

N6是集成触发电路。同步信号从第8脚输入,第9脚是 U_K 、偏移电压和锯齿波电压的叠加输入点,第1、15脚是脉冲输出端,V28、V29是输出推动管。

运算放大器N7构成具有滞回特性的电压比较器,进行速度检测,电机转速接近零速时,比较器翻转,零速继电器K0↓,下闸停梯。

V21与N10,V24与N12组成±15V电源的监测电路。当+15V掉电时,-15V使V21、N10导通,K15↑;反之,-15V掉电时,+15V使V24、N12导通,K15↑,不能开车。

当调速环节出现故障,换速后不能有效制动,电梯的实际速度超过给定速度一定值后,比较器N11翻转使K15↑,下闸,同时加入最大的制动电流,使电梯迅速停车,实现保护功能。

这种电梯的调试与改进前相比,要更方便一些。其换速距离仍为1350mm,调节器N5不必调零,可调的电位器仅有三个,首先调整RP2,使电梯空载上、下行的平均速度反馈电压 U_s 等于给定曲线的稳态电压 U_c (大约为10V);其次调整RP1,使整个制动过程平稳减速,且平层准确度不应随负载变化太大(负载每变化100kg,平层变化应 $\leq 2\text{mm}$);最后,调整RP3,使电梯空载下行时电动机停转后稍有反转,而空载上行接近停转时下闸停车为宜。

这种电梯的维修方法也与改进前的大同小异,可参照前节的有关介绍。由于取消了直流发电机和选层器,调速系统又集中焊接于一块板上,减少了大量的中间接点,使维修量大为减少,尤其是由于接点、连线年久松动造成的故障会大大降低,故应重点检查有关的井道感应器及接触器、继电器。对于调速系统的主要故障,大体可做如下分析和检测:若换速后没有制动电流,可分别测试 U_c ,以换速后其电压从10V逐渐平稳下降为正常;测 $|U_s|$,以稳态时电压在10V左右,电梯减速其电压值随之下降为正常;测 U_K ,稳态时为0,换速后应有正电压(一般在10V以上);继而检测电路板的脉冲输出端26(-)与27(+),28(-)与29(+),以有0.5V左右电压为正常。若制动力矩不够(制动电流上不去),造成层层越层,可检测 U_K 、 $|U_s|$,是否电压值过低,检测V28、V29的集电极电压,是否有一个不正常,继而检查脉冲变压器及相应晶闸管,是否有一路不正常,仅有一只晶闸管受触发工作。

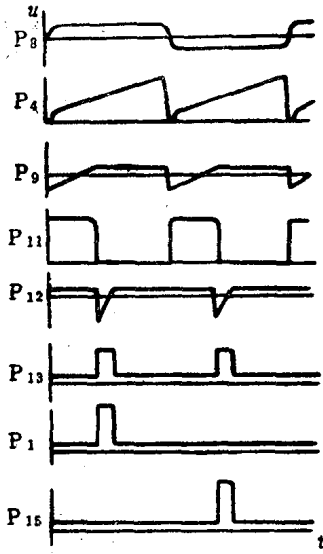


图18-2-12 KJ004集成触发器引脚波形
注：P₁~P₁₀表示KJ004引脚号

若制动过程抖动或制动平稳但平层随负载变化大，可检查由RP1、TF、R15等组成的稳速反馈电路及元器件（抖动较轻或平层不准一般是由于RP1的调整点变化所致，抖动严重则一般是由于回路断路或元器件损坏所致）。

图18-2-12给出了KJ004集成触发器各引脚波形，可供示波器检测时参考。

(三) 全闭环交流调速电梯

图18-2-13为一种1.75m/s交流调压调速电梯拖动原理框图。VT1、VT3、VT5和VT2、VT4、VT6两组晶闸管组成三相反并联交流调压电路，调节电动状态下电动机的端电压。VT7、VT8和VD9、VD10组成单相半控桥整流电路，通过电动机慢速绕组，在制动状态向电动机送入直流电流进行能耗制动。电梯在具有速度反馈的全闭环系统控制

下运行，电梯速度取决于速度给定电压。速度给定电压可由模拟电路产生，也可以由计算机（或数字电路）给定。当给定速度电压大于实际速度反馈电压时，速度调节器向电动组晶闸管触发器送出正的移相控制电压，电压越大，触发脉冲越向前移，电动机的端电压越高，转矩越大；反之，当速度给定电压小于实际速度反馈电压时，速度调节器向制动组晶闸管触发器送出正的移相控制电压，向电动组触发器送出负的移相电压，封锁了电动触发脉冲。制动触发器的移相电压越大，制动整流器输出的直流电压就越高，电动机低速绕组中的直流电流就越大，产生的制动转矩就越大，迫使电动机按给定的速度运行。

从框图可以看出，全闭环与半闭环交流调电梯主电路的主要区别在于，电梯的起动段和稳速运行段是否受调速系统的控制。1.5m/s以上速度的电梯，为获得良好的舒适感和解决邻层非满速运行的

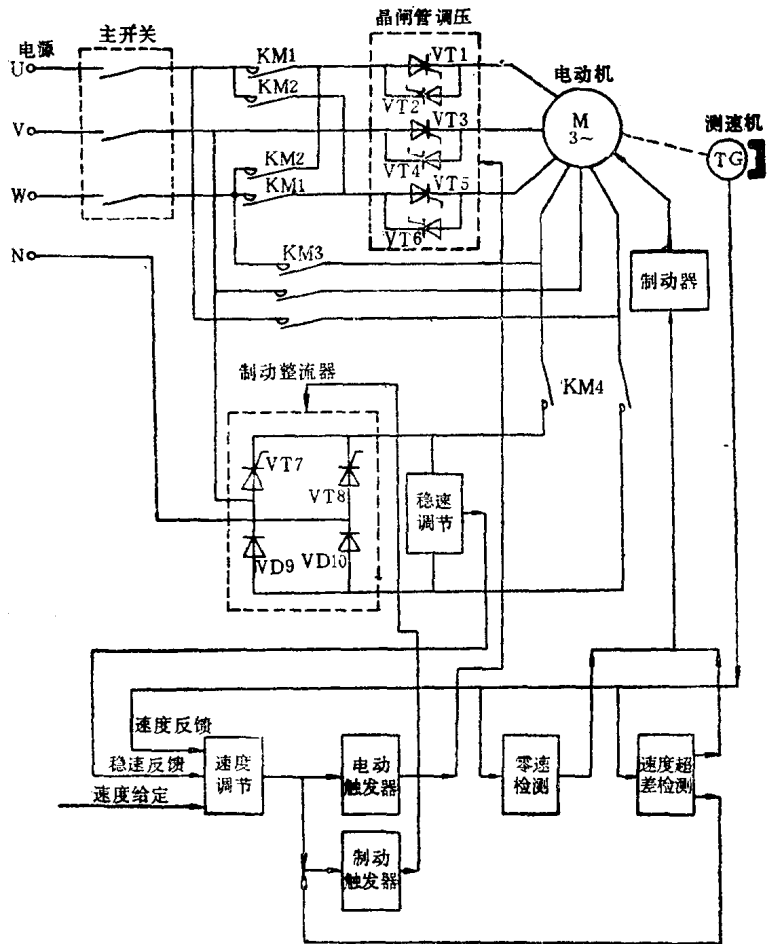


图18-2-13 一种全闭环交流调速电梯拖动部分原理框图

问题，大都采用全闭环控制系统。其速度给定曲线由微机控制系统给定，将在第3节介绍微机系统时一起介绍，下面仅对其调速系统做一介绍。

调速系统主要由调速板、保护板、触发板三种印制电路板构成。调速板的功能是速度调节，根据给定速度和实际速度的差值进行调节，输出电动或是制动移相控制电压。触发板上有两路相位相差 180° 的脉冲触发器，把调速板输出的移相控制电压，变成相对应的移相触发脉冲，触发晶闸管调节电动转矩或是调节制动转矩。电动部分有三块触发板，对应触发三相反并联的六个晶闸管。制动部分有一块触发板，用来触发单相半控整流桥，产生能耗制动所需的直流电。保护板主要用来提供速度反馈电压，进行速度监测，实现零速停梯和必需的拖动保护功能。

1. 交流调压及触发电路

三相调压电路如图18-2-14 a 所示，晶闸管触发脉冲的延迟角 α 和导通角 θ 如图18-2-14 b 所示。

为了便于说明问题，下面以电阻负载 $\alpha = 120^\circ$ 时的情况，说明晶闸管调压对触发器的要求。延迟角 $\alpha = 120^\circ$ 时三相调压的波形图如图18-2-15所示，图中阴影部分是晶闸管的导通区间。

U相正向晶闸管VT1在a点 ($\alpha = 120^\circ$) 受脉冲U触发后，因U相电位高于V相，VT1导通，电流在U、V两相之间流过。到达b点之后V相电位高于U相，VT1截止。 ωt 到达c点时，相位比a点

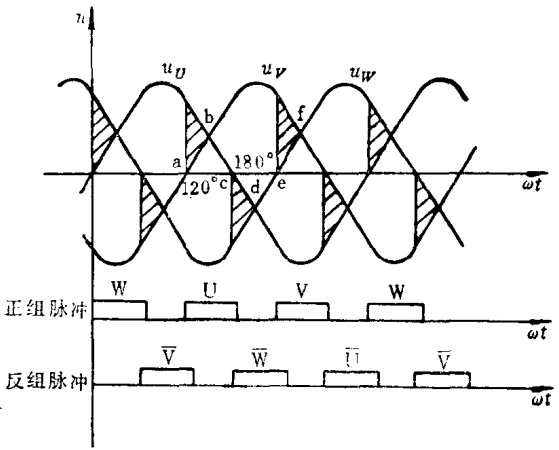


图18-2-15 晶闸管三相调压电阻负载 $\alpha = 120^\circ$ 时的波形图

移动了 60° ，W相的反向晶闸管VT6正处在 $\alpha = 120^\circ$ 的时刻，受到脉冲 \bar{W} 触发，开始导通。W相电位低于U相电位，电流应从U相流向W相。为了保证U相晶闸管VT1此时能可靠地和VT6同时导通，有两种办法：第一种办法，让每相触发脉冲的宽度大于 60° ，这样在c点时刻，U相的VT1还处在脉冲U的作用之下，一旦VT6触发，VT1和VT6同时导通；第二种办法，在触发VT6的同时向VT1补送一个脉冲，使VT1和VT6同时导通。对每一个晶闸管的触发脉冲由两个相位相距 60° 的双窄脉冲组成。在本例中使用的触发器是宽度大于 60° 的宽脉冲触发器。

另外，为了保证晶闸管可靠导通，触发脉冲要

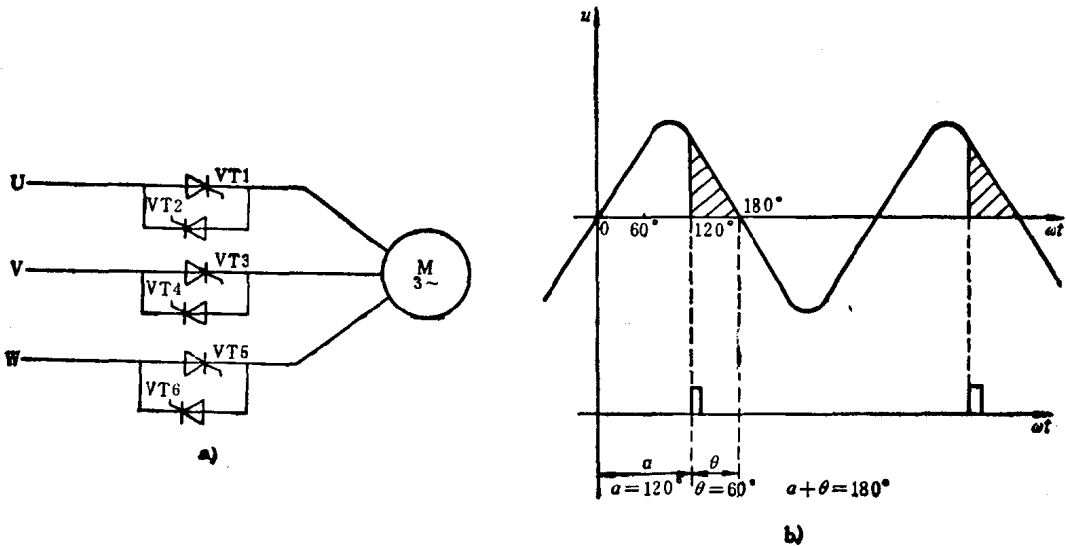


图18-2-14 三相调压电路

a) 晶闸管三相反并联调压电路 b) 阻性负载时触发脉冲的延迟角 α 和导通角 θ

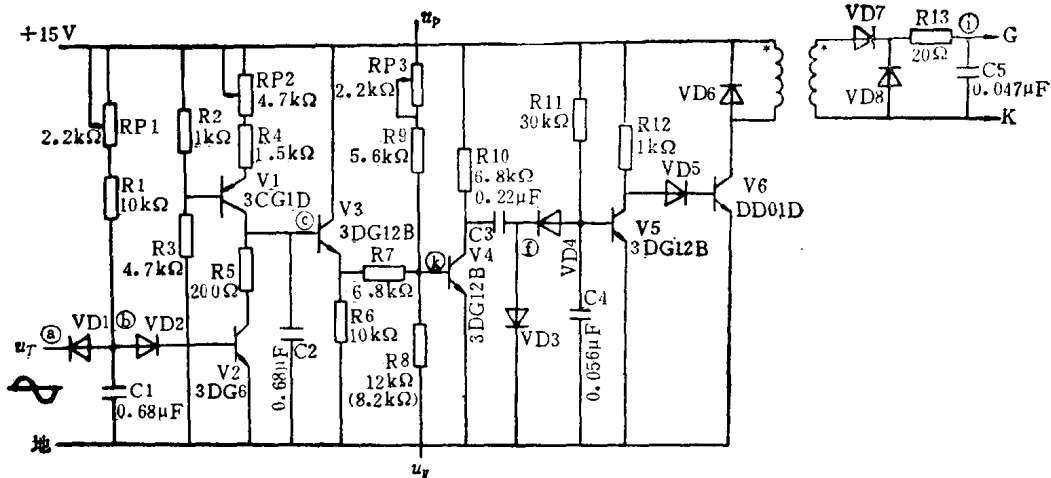


图18-2-16 晶闸管触发电路

有足够的功率，供给门极足够的电压和电流，才能可靠触发。

整个触发电路包括 8 个完整的锯齿波同步触发电路，由触发电路板和脉冲变压器构成。其中三相调压的电动部分有三块触发板，单相制动部分用一块触发板，每一块板上装有相互独立的、同步电压相位差 180° 的两组触发器。

锯齿波同步触发电路见图18-2-16，图中各点波形如图18-2-17所示。锯齿波同步触发电路的工作原理，在第4章第3节中有详细说明，这里不再赘述。

触发器的调整：触发器按以下顺序进行调整。

(1) 调整锯齿波的斜率 用示波器观察 c 点电压波形。

1) 改变RP2的阻值，调节锯齿波的斜率，使锯齿波的幅度最大而又无平顶，如图18-2-18所示。图中：第一条波形RP2阻值过小，出现平顶；第三条阻值过大，波形幅度不大；第二条最合适。一般锯齿波的幅值在11~14V之间。

2) 改变RP1的阻值，调节锯齿波的宽度，移动波形的后沿。

3) 反复调节RP2和RP1使一组中所有触发器锯齿波的幅值和宽度都相等，即斜率一致。

(2) 调整脉冲的初始相位 置负偏压在 $-8 \sim -6V$ 之间。电动部分触发脉冲初始相位调整在 $\alpha = 150^\circ$ 位置，制动部分触发脉冲初始相位调整在 180° 位置，如图18-2-19所示。

置移相电压 $U_\gamma = 0$ （此时应拔去调速板，然后

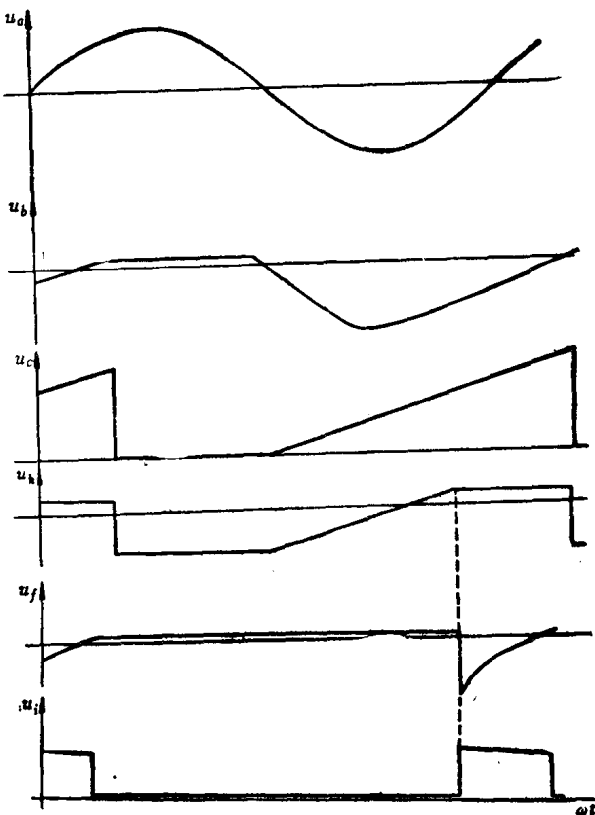


图18-2-17 触发电路各点电压、波形

把 U_γ 输入接地)。改变RP3的阻值，调节脉冲的相位。遇到个别触发器超出调整范围的情况，应适当地改变一下负偏压 U_γ 的大小，使一组内的触发器都能在RP3的中间位置上得到合适的初始相位。调整完后，先拆掉移相电压的接地线，再插入调速板。

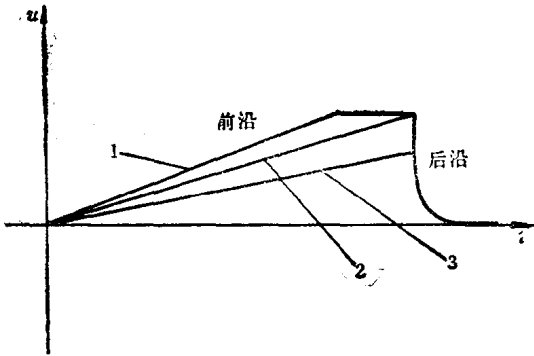


图18-2-18 RP2阻值大小对锯齿波的影响

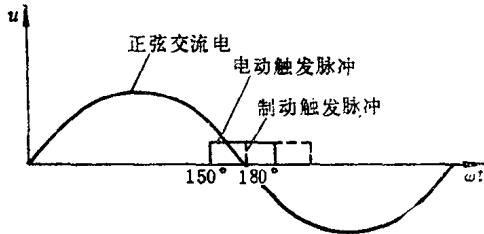


图18-2-19 脉冲初始相位

电动部分一组触发器移相灵敏度大约是每移相 30° 角需增加移相电压 $2.7V$ 左右。制动部分的移相

灵敏度大约是每移相 30° 角需增加移相电压 $2.1V$ 左右 (电阻 R_8 为 $8.2k\Omega$)。

2. 调速电路

调速电路由速度调节器和控制电压输出电路构成, 集中在一块印制电路板上。其电气原理图见图 18-2-20。整个电路用三个运算放大器组成: 运算放大器 N_1 构成比例积分速度调节器; 运算放大器 N_2 是电动部分移相控制电压输出级; 运算放大器 N_3 是制动部分移相控制电压输出级。工作过程分述如下:

1) 由运算放大器 N_1 组成比例积分电路, 做速度调节器。

在图 18-2-20 的实际电路中, $U_c(101)$ 是速度给定电压, $U_{SF}(102)$ 是速度反馈电压, $U_{WFF}(103)$ 是稳速反馈电压。当速度反馈 U_{SF} 和速度给定 U_c 有一差值时, 速度调节器的积分作用将使其输出电压不断增高。这个输出电压控制触发器的脉冲相移, 改变晶闸管的导通角, 进而调节电动机的转速, 并迫使电动机的转速等于给定的转速, 直到给定和反馈的差值等于零为止。

给定速度电压是按电梯运行速度的需要, 由计

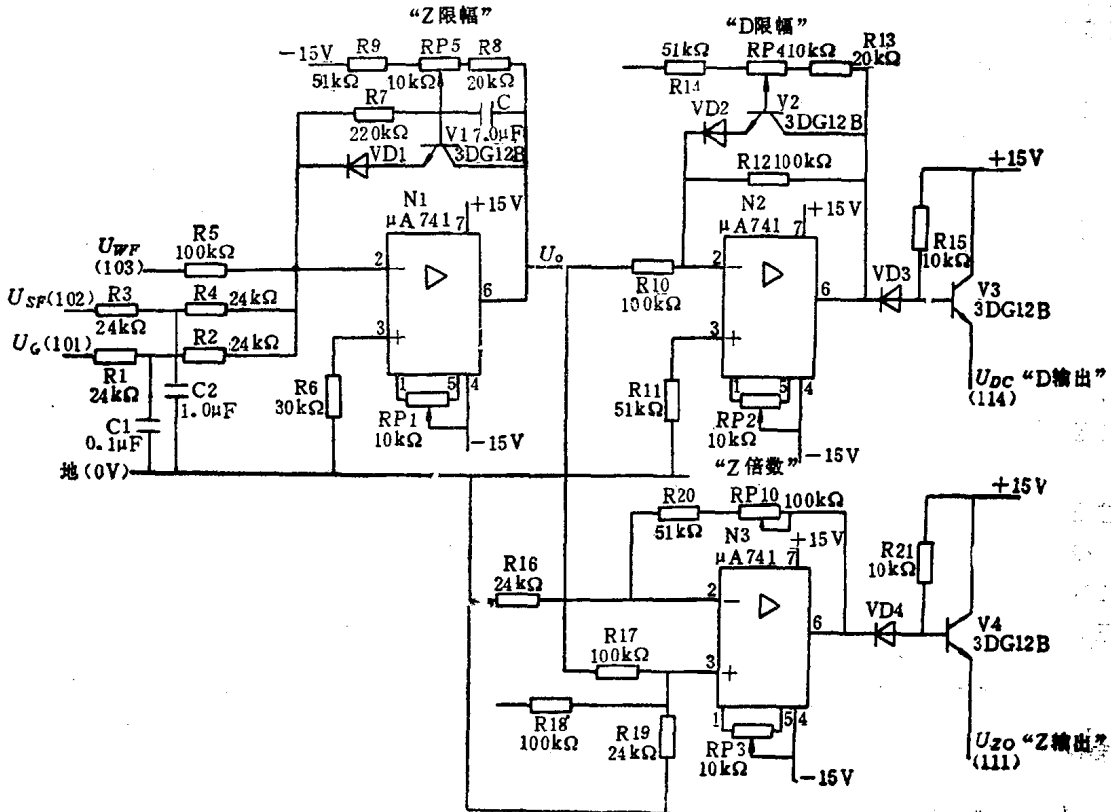


图18-2-20 调节板电气原理图

算机直接给出的。在继电器控制的电梯中给定速度电压是由运算放大器组成的正弦波发生器产生的。反馈电压 U_{SF} 是由测速发电机的输出经滤波和电阻分压取得的。稳速反馈的作用是抑制电动机转速的突然变化,使电梯平稳运行,这个电压是从制动整流器输出经变压器取得的,见图18-2-21。直流电压的变化,间接反映了制动电流的变化。

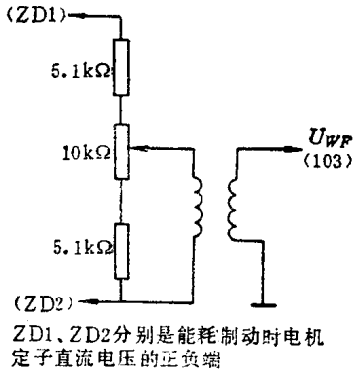


图18-2-21 稳速反馈电压的取得方法

V1的作用是限制速度调节器输出电压 U 的正向幅值。限幅值可以在6.7~11.4V之间调节,一般整定在9.0V。

2) 当给定电压大于速度反馈电压时(指幅值,给定电压是正值,速度反馈电压是负值),N1的输入为正值,由于在反相端输入,N1的输出为负值。这时应是电动状态,为此要把这个负值电压反相之后再去做移相控制电压,推动电动部分触发器工作。N2作为反相器完成这个工作。

V3是射随器,起功率扩展作用。V2的作用与V1一样。N2的输出,整定在13.5V,当N2的输出为13.5V时,正好可使电动部分触发脉冲从 150° 移相至 0° ,让晶闸管完全开通。

3) 当给定电压小于速度反馈电压时(幅值),应是制动状态。为了满足在制动状态下控制系统放大倍数的要求,N3构成一个同相比例放大器,放大倍数由Z倍数电位器RP10进行调节。V4的输出电压 U_{α} 是制动整流触发器的移相控制电压。

3. 保护电路

保护板上电路可分为两个部分:速度检测电路和保护电路。具体电路见图18-2-22。

(1) 速度检测电路 速度检测电路完成两个任务:①输出一个与电机转速成线性关系的电压值,作为调速系统的速度反馈信号;②检测电动机

是否在转动。电机从高速转动状态进入制动阶段后,转速逐渐下降,在转速接近为零时,输出一个开关量,完成电梯停车控制。交流调速电梯的优点之一就是电机转速在起制动阶段是按一定的曲线逐渐变化的,没有阶梯变化,速度接近为零时停梯,使乘客感觉舒适。

测速机送出的电压信号,代表了电动机的转速。测速机的电压从106、107端送入整流器VC1,不论是交流测速机,还是直流测速机,都必须经V整流,变成固定极性的电压信号。电机满速运行时,测速机输出110V电压,经电阻R1、RP1、R2分压后取出10V,做为速度反馈信号 U_{SF} (102)送出。电压极性为负,电容C滤掉发电机的电压纹波。

运算放大器N1构成一个具有滞回特性的电压比较器。R11是正反馈电阻,运算放大器的开环放大倍数非常大,并具有正反馈,因此其输出端第6脚只有两个状态:正向饱和状态(+13.5V)和负向饱和状态(-13.5V)。

当输出端处于负向饱和时,第3脚的电位大约是:

$$\begin{aligned} & (-13.5V) \times \frac{R10}{R11 + R10} \\ & = -13.5V \times \frac{51}{2200 + 51} = -0.306V \end{aligned}$$

测速电压经R5、R6分压后和从RP3取得的正参考电压相加,然后送至运算放大器反相输入端(第2脚),其代数和只要低于-0.306V,比较器将发生翻转,输出端(第6脚)将由电动机起动前的负向饱和状态变为正向饱和状态,此时第3脚电位变为+0.3V。V1导通,光电耦合器D1(TIL113)随之导通,零速继电器K0吸合。

当电机转速下降到运算放大器N1的第2脚电位高于+0.306V时,电压比较器向负方向翻转,第6脚输出变为-13.5V,V1截止,K0释放。调节“零速”电位器RP3可以改变参考电压大小,从而可调整比较器翻转时电机的转速。实际调整时,让电梯空载下行运行,当电机停止转动,由于重力负载的原因刚一反转时零速继电器释放,下闸停梯最为合适。稳压管VS1(2CW52)用来限幅,使N1第2脚输入电压幅值不至过大。比较器的输入输出滞回特性见图18-2-23。

(2) 保护电路 保护电路的功能有三项:① $\pm 15V$ 电源掉电保护;②超差保护,电梯实际速度