

直流电力拖动自动控制系统实验

3.1 电气传动实验器件功能和原理

3.1.1 MCL-18 挂箱

MCL-18 组件(适合 MCL-Ⅱ实验台)或 MCL-31 组件(适合 MCL-Ⅲ实验台)。

MCL-18 由 REF(给定),零速封锁器(DZS),速度变换器(FBS),转速调节器(ASR),电流调节器(ACR),过流过压保护等部分组成。挂箱的功能图如图 3-1 所示。

1. 给定

REF 的作用是得到下列几个阶跃的给定信号:

- (1) 0V 突跳到正电压,正电压突跳到 0V。
- (2) 0V 突跳到负电压,负电压突跳到 0V。
- (3) 正电压突跳到负电压,负电压突跳到正电压。

正负电压可分别由 R_{P1} 、 R_{P2} 两多圈电位器调节大小(调节范围为 $0 \sim \pm 13V$ 左右)。数值由面板右边的数显窗读出。

只要依次扳动 S1、S2 的不同位置即能达到上述要求。

(1) 若 S1 放在“正给定”位,扳动 S2 由“零”位到“给定”位即能获得 0V 突跳到正电压的信号,再由“给定”位扳到“零”位能获得正电压到 0V 的突跳。

(2) 若 S1 放在“负给定”位,扳动 S2,能得到 0V 到负电压及负电压到 0V 的突跳。

(3) S2 放在“给定”位,扳动 S1,能得到正电压到负电压及负电压到正电压的突跳。

注意: 给定输出电压时,不能长时间短路,特别是输出电压较高时,否则容易烧坏限流电阻。

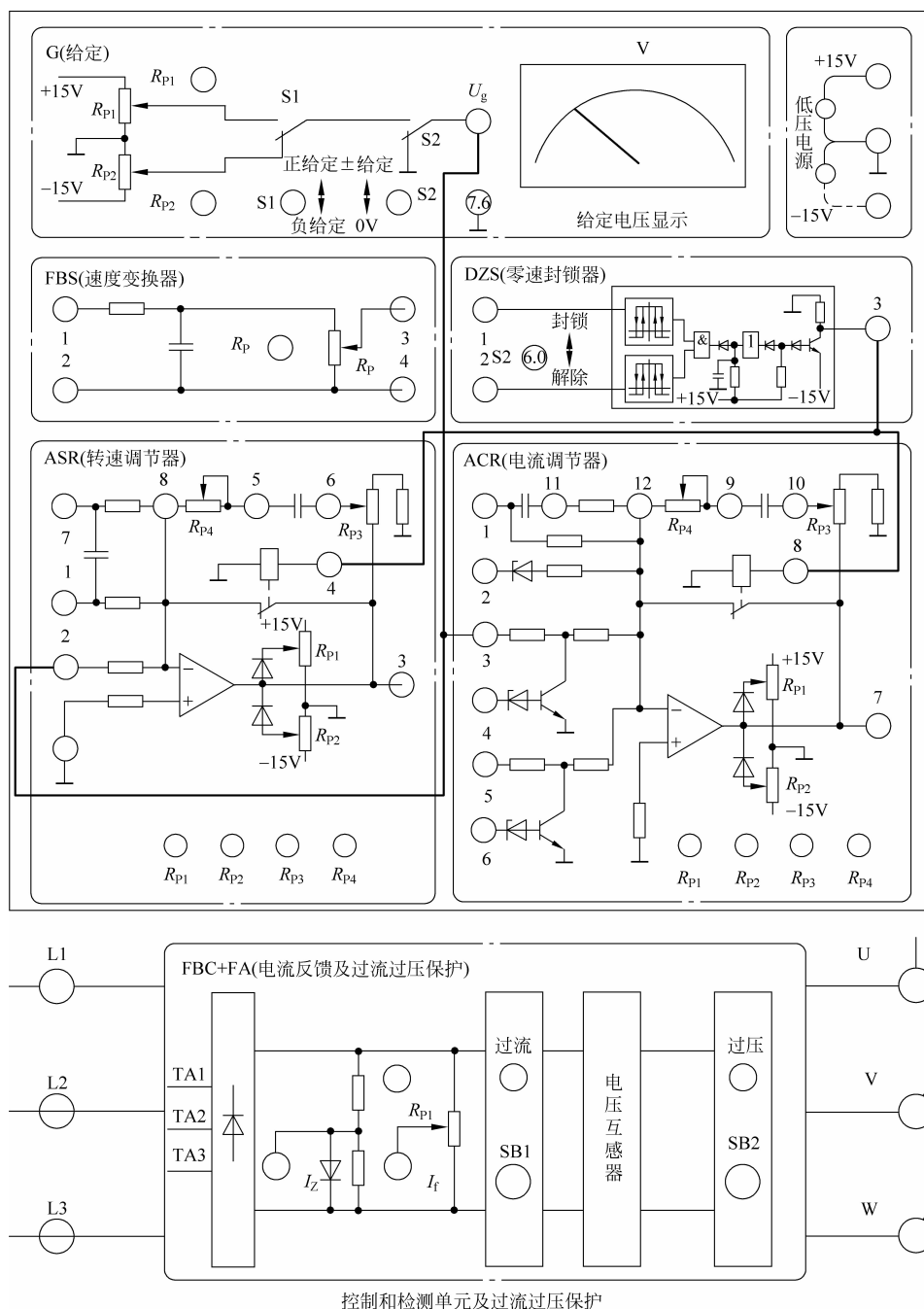


图 3-1 MCL-18 挂箱(MCL-31)

2. 电流变送器与过流过压保护

此单元有三种功能：一是检测电流反馈信号；二是发送过流信号；三是发送过压信号，电路图如图 3-2 所示。

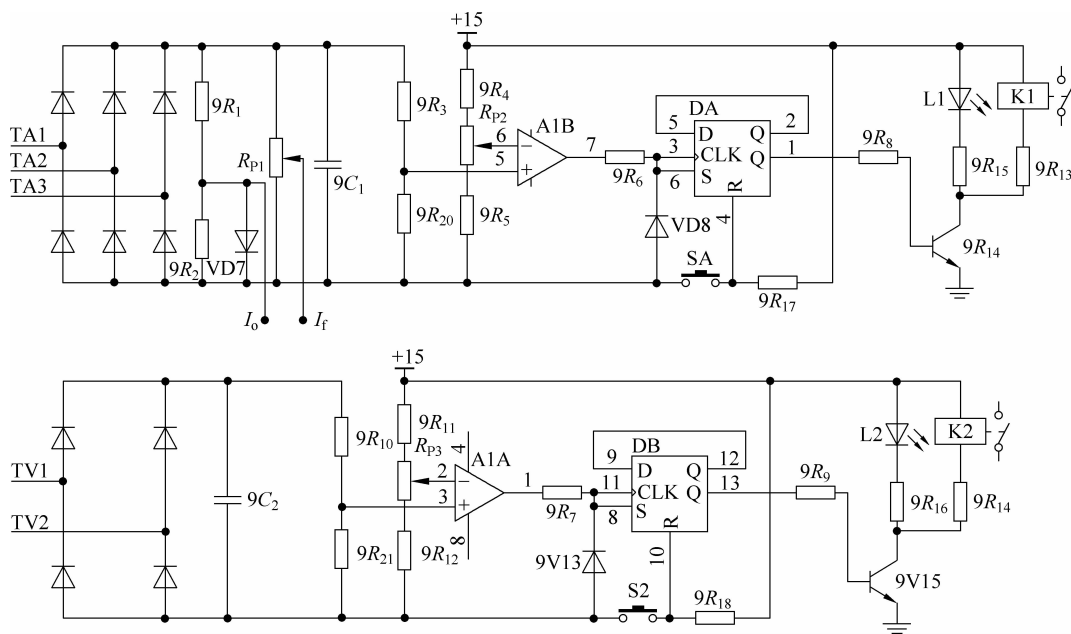


图 3-2 电流变送器与过流、过压保护原理图

1) 电流变送器

电流变送器适用于可控硅直流调速装置中，与电流互感器配合，检测可控硅变流器交流进线电流，以获得与变流器电流成正比的直流电压信号，零电流信号和过电流逻辑信号等。

电流互感器的输出接至输入 TA1、TA2、TA3，反映电流大小的信号经三相桥式整流电路整流后加至 $9R_1$ 、 $9R_2$ 、VD7 及 R_{P1} 、 $9R_3$ 、 $9R_{20}$ 组成的各支路上，其中，

- (1) $9R_2$ 与 VD7 并联后再与 $9R_1$ 串联，在其中点取零电流检测信号。
- (2) 将 R_{P1} 的可动触点输出作为电流反馈信号，反馈强度由 R_{P1} 进行调节。
- (3) 将可动触点 R_{P2} 与过流保护电路相连，输出过流信号，可调节过流动作电流的大小。

2) 过流保护

当主电路电流超过某一数值后(2A 左右)，由 $9R_3$ 、 $9R_{20}$ 上取得的过流信号电压超过运算放大器的反向输入端 D 触发器的输出为高电平，晶体三极管 V 由截止变为导通，结果

继电器 K 的线圈通电,继电器 K 由释放变为吸合,它的常闭触点接在主回路接触器的线圈回路中,接触器释放,断开主电路。并使发光二极管亮,作为过流信号指示,告诉操作者已经过流跳闸。

SA 为解除记忆的复位按钮,当过流动作后,如过流故障已经排除,则须按下以解除记忆,恢复正常工作。

3. 零速封锁器

零速封锁器的作用是当调速系统处于静车状态,即速度给定电压为零,同时转速也为零时,封锁调节系统中的所有调节器,以避免静车时各放大器零漂引起可控硅整流电路有输出使电机爬行的不正常现象,原理电路如图 3-3 所示。

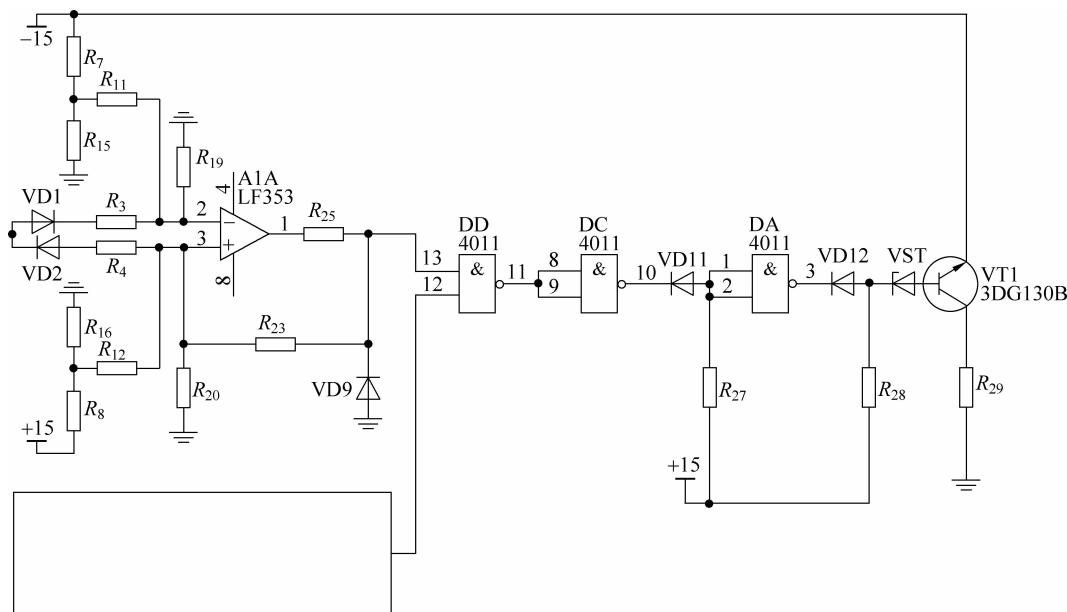


图 3-3 零速封锁器

它的总输入输出关系是:

(1) 当 1 端和 2 端的输入电压的绝对值都小于 0.07V 左右时,则 3 端的输出电压应为 0V。

(2) 当 1 端和 2 端的输入电压绝对值或者其中之一或者两者都大于 0.2V 时,其 3 端的输出电压应为 -15V。

(3) 当 3 端的输出电压已为 -15V,后因 1 端和 2 端的电压绝对值都小于 0.07V,使 3 端电压由 -15V 变为 0V 时,需要有 100ms 的延时。

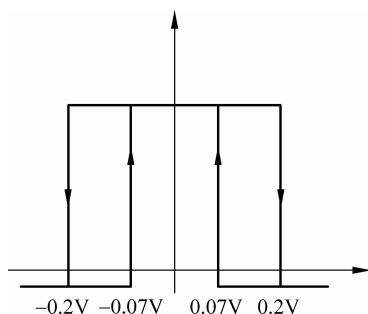


图 3-4 电平检测器输入输出特性

3 端为 0V 时输入各调节器反馈网络中的场效应管,使其导通,调节器反馈网络短路而被封锁,3 端为 -15V 时输入上述场效应管使其夹断,而解除封锁,具体原理如下:

它是由两个山形电平检测器和开关延时电路组成的。

(1) DZS 前半部分由线性集成电路 A1:A 和 A1:B 组成两个山形电平检测器,山形电平检测器的输入输出特性如图 3-4 所示。

输入电压是指 1 端或 2 端送入的电压(S3 放在封锁位),输出电压是指 4 或 5 上得到的电压。调整参数到输出电压突跳的几个输入电压为

$$U_a = -0.2V \quad U_b = -0.07V \quad U_c = +0.07V \quad U_d = +0.2V$$

输出正向电压无限幅,约为 +12V,输出负向电压用二极管 VD9 和 VD10 箝位到 -0.7V。

(2) DZS 的后半部为开关延时电路。

① 当 1 端和 2 端电压绝对值均小于 0.07V 时,则 4 端和 5 端得到的电压都为 +15V,高电平为 1 态,输入单与门 4011,其输出 10 脚也为 1 态,二极管 VD11 截止,这样单与非门的输入为 1 态,输出 3 脚为 0 态,VD12 导通,使稳压管 VST 不能击穿,所以三极管 VT1 截止,从而 3 端输出为 0V。

② 当 1 端和 2 端电压绝对值或其中之一或两者都大于 0.2V 时,则在 4 端和 5 端上或者 4 端为 -0.7V,或者 5 端为 -0.7V,或者 4 端、5 端均为 -0.7V,低电平为 0 态,三种情况输入 D:C,其输出都为 0 态,VD11 导通,接 0V,D:A 输入为 0 态,其输出为 1 态,使 VD12 截止,稳压管 VST 在 30V 的电压作用下而击穿,VT1 饱和导通,可使 3 端输出为 -15V。

③ 当已在②的情况,3 端子输出为 -15V,此时 D:C 的输出为 0V,D:A 上输入电压接近 0V。若要回到①的情况,则 D:C 的输出先由 0 态变成 1 态,VD11 截止,D:A 上输入上电压应为 +15V,但电容 C_5 两端电压不能突变,+15V 电源通过 R_{27} 对 C_5 充电, C_5 电压逐步上升,上升到一定数值后 D:A 的输出由 1 态变为 0 态,从而使 3 端输出为 0V,所以 3 端由 -15V 变为 0V 有一延时时间,其延时长短取决于 $R_{27}C_5$ 的充电回路时间常数。

④ 按钮开关 S3 有两个位置,放在“封锁位”,用在调速系统正常工作的情况,即为上述分析情况,放在“解除位”,A1:A 组成的山形电平检测器输入总是 +15V,3 端子电位总是 -15V,使各调节器解除封锁,以便单独调试调节器用。

4. 电源输入输出端

面板下部的 L1、L2、L3 三接线柱表示三相电源的输入，U、V、W 表示电源输出端。在进行实验时，调压器的输出端接到 L1、L2、L3，U、V、W 接到可控硅或电机，在 L1、U，L2、V，L3、W 间接有电流互感器，L1、L2 间接有电压互感器，当电流过大或电压过高时，过流保护和过压保护动作。

注意：接到可控硅的电压必须从 U、V、W 引出，否则过流保护和过压保护不起作用。

5. 速度变换器

速度变换器(FBS)用于转速反馈的调速系统中，将直流测速发电机的输出电压变换成适用于控制单元并与转速成正比的直流电压，作为速度反馈，其原理图如图 3-5 所示。

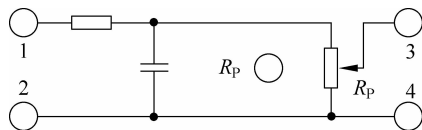


图 3-5 速度变换器

使用时，将测速发电机的输出端接至速度变换器的输入端 1 和端 2，分两路输出。

(1) 一路经内部模块转换至转速表显示，转速表已装在 MEL-13 上。

(2) 另一路经电阻及电位器 R_P ，由电位器 R_P 中心抽头输出，作为转速反馈信号，反馈强度由电位器 R_P 的中心抽头进行调节，由电位器 R_P 输出的信号，同时作为零速封锁反映转速的电平信号。

元件 R_P 装在面板上。

6. 速度调节器

速度调节器(ASR)的功能是对给定和反馈两个输入量进行加法、减法、比例、积分和微分等运算，使其输出按某一规律变化。转速调节器(ASR)也可当作电压调节器 AVR 来使用。它由运算放大器、输入与反馈网络及二极管限幅环节组成，其原理图如图 3-6 所示。

速度调节器采用电路运算放大器，它具有两个输入端，同相输入端和倒相输入端，其输出电压与两个输入端电压之差成正比。电路运算放大器具有开环放大倍数大，零点漂移小，线性度好，输入电流极小，输出阻抗小等优点，可以构成理想的调节器。图 3-6 中，由二极管 VD4、VD5 和电位器 R_{P2} 、 R_{P3} 组成正负限幅可调的限幅电路。由 C_2 、 R_9 组成反馈微分校正网络，有助于抑制振荡，减少超调， R_{15} 、 C_1 组成速度环串联校正网络。场效应

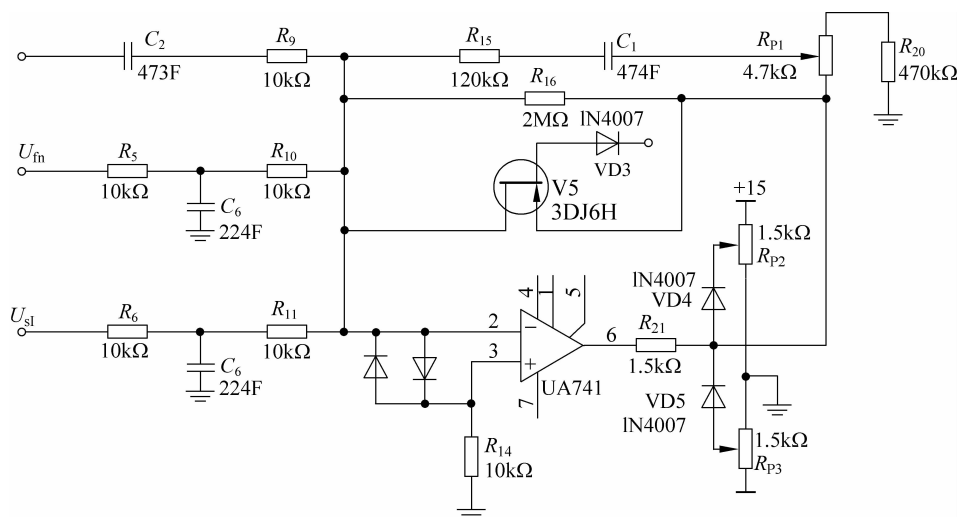


图 3-6 速度调节器

管 V5 为零速封锁电路,当 4 端为 0V 时 VD5 导通,将调节器反馈网络短接而封锁,4 端为 -13V 时,VD5 夹断,调节器投入工作。 R_{P1} 为放大系数调节电位器。

元件 R_{P1} 、 R_{P2} 、 R_{P3} 均安装在面板上。电容 C_1 两端在面板上装有接线柱,电容 C_2 两端也装有接线柱,可根据需要外接电容。

7. 电流调节器

电流调节器(ACR)适用于可控制传动系统中,对其输入信号(给定量和反馈量)进行加法、减法、比例、积分、微分,延时等运算或者同时兼做上述几种运算,以使其输出量按某种给定规律变化。它由下述几部分组成:运算放大器、限幅、互补输出的电流放大级、输入阻抗网络、反馈阻抗网络等,其原理图如图 3-7 所示。

电流调节器与速度调节器相比,增加了 4 个输入端,其中 2 端接推 β 信号,来自电流变换器的过流信号 U_β ,当该点电位高于某值时,VST1 击穿,正信号输入,ACR 输出负电压使触发电路脉冲后移。 U_Z 、 U_F 端接逻辑控制器的相应输出端,当为高电平时,三极管 V1、V2 导通将 U_{gi} 和 U_{gi} 信号对地短接,用于逻辑无环流可逆系统。

晶体管 V3 和 V4 构成互补输出的电流放大级,当 V3、V4 基极电位为正时,V4 管(PNP 型晶体管)截止,V3 管和负载构成射极跟随器,如 V3、V4 基极电位为负时,V3 管(NPN 型晶体管)截止,V4 管和负载构成射极跟随器。接在运算放大器输入端前面的阻抗为输入阻抗网络。改变输入和反馈阻抗网络参数,就能得到各种运算特性。

元件 R_{P1} 、 R_{P2} 、 R_{P3} 装在面板上, C_1 、 C_2 的数值可根据需要由外接电容来改变。

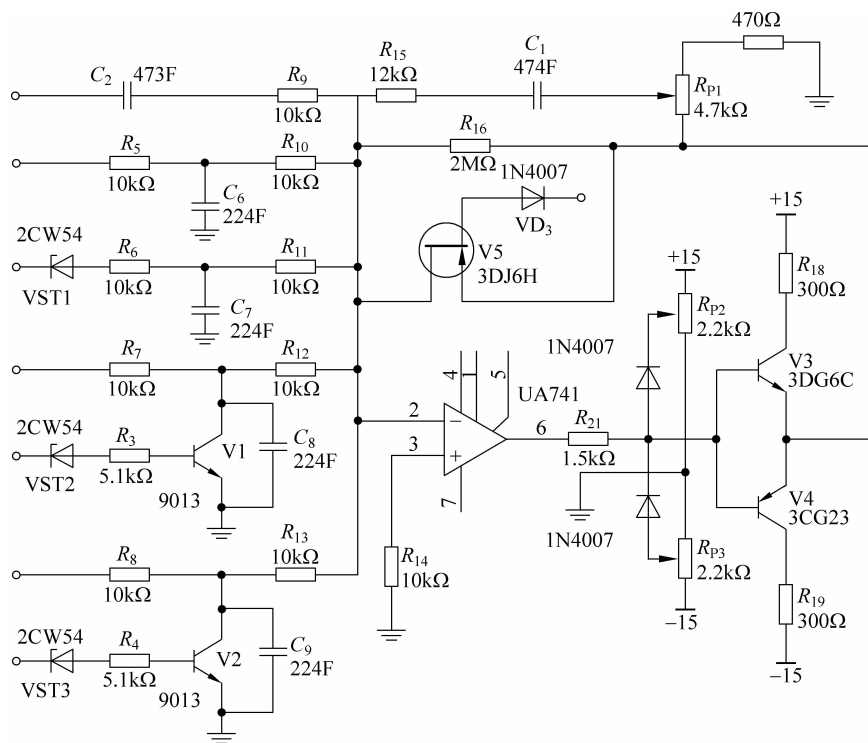


图 3-7 电流调节器

3.1.2 MCL-33 挂箱

MCL-33 挂箱(或 MCL-53 挂箱)由脉冲控制及移相,双脉冲观察孔,一组可控硅,二组可控硅及二极管,RC 吸收回路,平波电抗器 L 组成,如图 3-8 所示。

双脉冲观察孔输出相位差为 60° 的双脉冲,同步电压观察孔,输出相电压为 30V 左右的同步电压,用双踪示波器分别观察同步电压和双脉冲,可比较双脉冲的相位。

MCL-33 挂箱使用时需要注意:在面板上的单(双)脉冲及同步电压观察孔仅能接示波器,不能输入任何信号。

面板上部的 6 档直键开关控制接到可控硅的脉冲,1、2、3、4、5、6 分别控制可控硅 VT1、VT2、VT3、VT4、VT5、VT6 的触发脉冲,当直键开关按下时,脉冲断开,弹出时脉冲接通。

两组晶闸管可控三相桥式整流电路,均由 6 只 5A800V 组成;另有 6 只 5A800V 二极管构成不可控三相桥式整流电路。

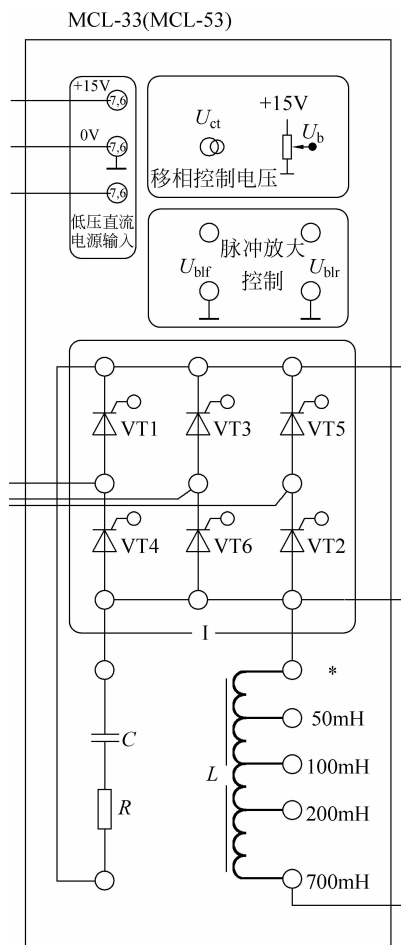


图 3-8 MCL-33 挂箱部分截图

配备了 RC 吸收回路用于消除整流引起的振荡。当调速实验时需接在整流桥输出端。平波电抗器可作为电感性负载电感使用,电感分别为 50mH、100mH、200mH、700mH,在 1A 范围内基本保持线性。

该挂箱使用时需要注意:外接触发脉冲时,必须切断内部触发脉冲。

3.1.3 MCL-34 挂箱

MCL-34 为逻辑无环流可逆直流调速专用挂箱。由反号器 AR、转矩极性鉴别器 DPT、零电流检测器 DPZ、逻辑控制器 DLC 构成,如图 3-9 所示。

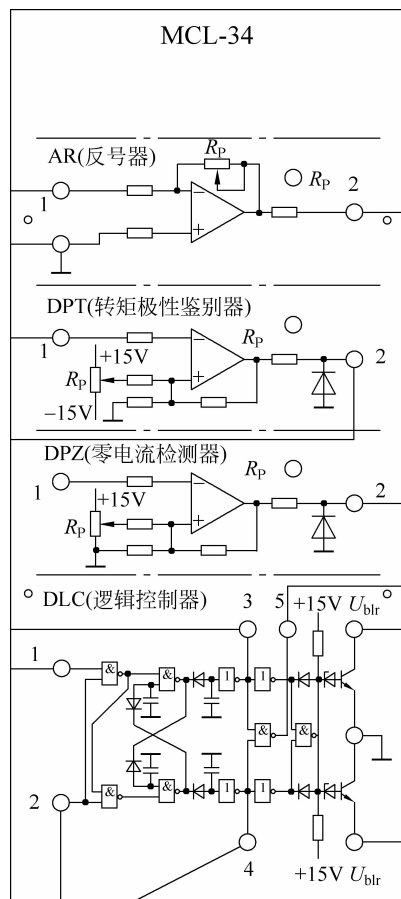


图 3-9 MCL-34 挂箱

1. 反号器

反号器 AR 由运算放大器及有关电阻组成,如图 3-9 所示。用于调速系统中信号需要倒相的场合。

反号器的输入信号由运算放大器的反相端接入,故输出电压为

$$U_{SC} = -(R_P + R_3)/R_1$$

调节 R_P 的可动触点,可改变 R_P 的数值,使 $R_P + R_3 = R_1$,则 $U_{SC} = -U_{SR}$,输入与输出成倒相关系。元件 R_P 装在面板上。

2. 转矩极性鉴别器

转矩极性鉴别器 DPT 为一电平检测器,用于检测控制系统中转矩极性的变化;它是