

87.1899
STX

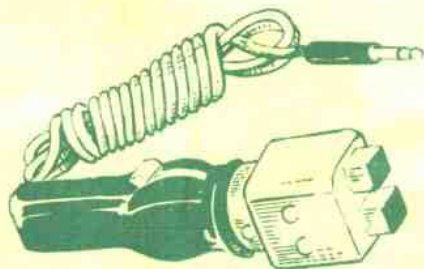
232218

庫本

JDJ—I 型
JDJ—II

晶体管电机检测仪

上海铁道学院机械系机车电传动教研组编



人民铁道出版社

内 容 提 要

书中较详细地介绍了JDJ-I、JDJ-II型晶体管电机检测仪的构造、作用、电路原理、检测原理、使用方法和注意事项等，书后还附有元件参数表和元件简单布置图。

可供内燃、电力机车运用和检修人员学习参考。

JDJ-I JDJ-II 型晶体管电机检测仪

上海铁道学院机械系机车电传动教研组编

人民铁道出版社出版

责任编辑：杨宾华 封面设计：赵敬宇

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张：1.75 插页：2 字数：33千

1978年10月第1版 1978年10月第1次印刷

统一书号：15043·5061 定价：0.20元

前 言

我国铁路牵引动力发展很快，电力机车和内燃机车大量投入使用，随之，牵引电机的维修工作量也相应增加，因此，如何迅速、准确地找出牵引电机的故障，提高检修质量，缩短检修周期，减轻工人劳动强度，确保铁路运输安全正点，成了重要课题之一。

一九七五年八月，在铁道部机辆局召开的牵引电机检修会议期间，有关领导部门和许多厂、段的同志希望我们研制一种检修牵引电机用的综合检测仪器。我们经过调查研究，于同年十一月制成了一台样机，在西北、西南和中南地区十几个厂、段试用和征询意见。之后，于一九七六年上半年生产了一批JDJ-I型晶体管电机检测仪，供几十个电力机务段，内燃机务段、机车修理厂和电机制造厂使用。下半年我们又到各用户单位，对检测仪的使用情况进行了调查，根据用户的意见和存在的问题，一九七七年初，对JDJ-I型晶体管电机检测仪进行了改进，改型生产了JDJ-II型晶体管电机检测仪。JDJ-I型和JDJ-II型晶体管电机检测仪的使用，较好地解决了牵引电机检修的检查测量问题。

在研制检测仪的过程中，得到了有关领导、专家和同志的帮助，在此表示衷心的感谢。本书在编写过程中，参考了有关文献，力求做到概念正确、数据准确、文字简练、图表清晰，以便为牵引电机检修提供正确的检查测量方法。本书一定

编 者

目 录

前 言

第一章 概述	1
第一节 用途	1
第二节 构造	1
第三节 工作条件	5
第二章 电路原理	6
第一节 接地检测用的“接地输出”电源主电路 (1ZL) 及其触发器 (1CF)	6
第二节 片间压降检测及电刷对中用的“压、中心输出”电源主电路 (2ZL) 及其触发器 (2CF)	11
第三节 晶体管直流稳压电源 (WY)	11
第四节 匝间短路检测用的“短路输出”电源——正弦波信号发生器 (XF)	13
第五节 测量放大器 (FD)	14
第六节 测量电刷火花用的高通滤波器 (GL)	15
第三章 检测原理	19
第一节 接地检查原理	19
第二节 短路检查原理	22
第三节 检查鼠笼式转子的断条	25
第四节 测量直流电机换向器片间压降	25
第五节 直流电机电刷对中心	28
第六节 直流电机电刷火花等级的测定	31

第四章 使用方法	34
第一节 接地检查	34
第二节 短路检查	35
第三节 检查鼠笼式转子的断条	36
第四节 测片间压降	37
第五节 电刷对中心	37
第六节 测定电刷火花等级	38
第五章 注意事项及常见故障的检修	39
第一节 注意事项	39
第二节 常见故障的检修	40
附 录	
元件参数表	42
接线图和元件布置图	49

第一章 概 述

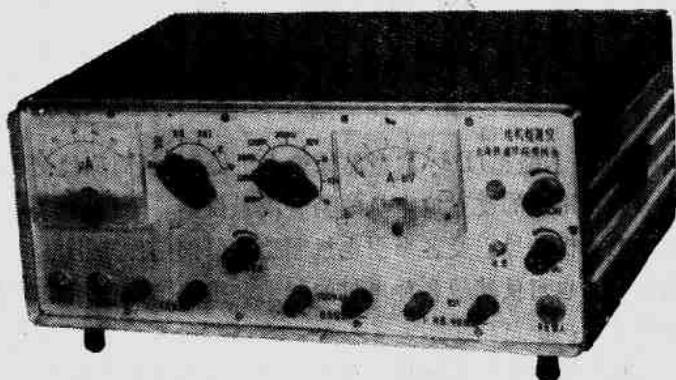
第一节 用 途

JDJ-I型和JDJ-II型晶体管电机检测仪(简称检测仪)是一种多用途的交直流电机的检查测量仪器。除供内燃机务段、电力机务段以及各牵引电机制造维修部门作牵引电机检测用外,也可供其他各种电机的制造和维修部门使用,其主要用途为:

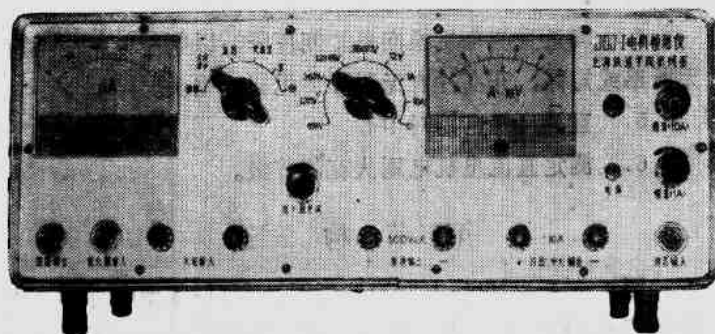
1. 检查电机的接地部位如:检查直流电机电枢绕组的接地点;确定直流电机接地的磁极线圈;确定凸极式交流电机接地的磁极线圈。
2. 检查电机的短路如:确定直流电机电枢绕组的匝间短路;确定交流电机定子绕组的匝间短路。
3. 检查交流电机鼠笼式转子的断条。
4. 测量直流电机换向器片间压降,以判断电枢绕组有无断路或短路,升高片有无脱焊、甩锡或缩头。
5. 直流电机电刷对中心。
6. 测定直流电机电刷火花的等级。

第二节 构 造

图1-1为JDJ-I型的外形图。JDJ-II型的外形、内部布置与JDJ-I型基本相同,不同处仅在于面板上“接地输出”两接线柱间为“300V·1A”。检测仪有三个附件,即“发送探头”、“接收探头”和“片间压降检测器”。图1-2为三个附件的照片。

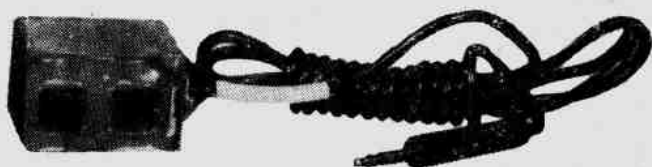


(a) 外形

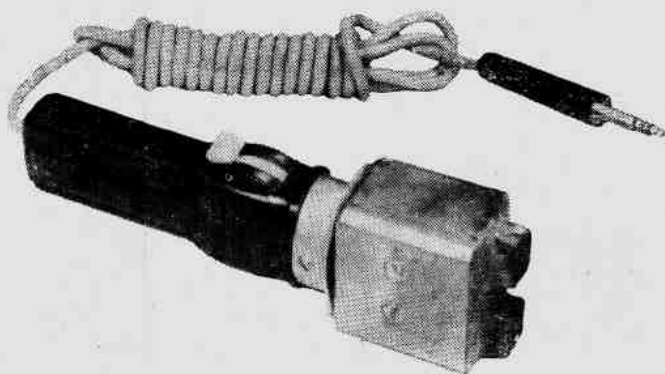


(b) 面板

图 1-1 JDJ-I 型检测仪



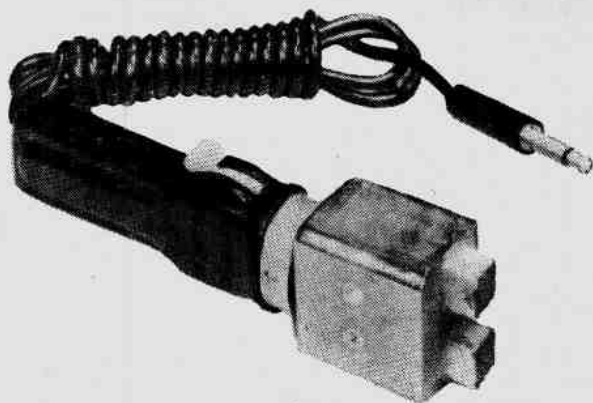
(a) JDJ-I 型的“发送探头”



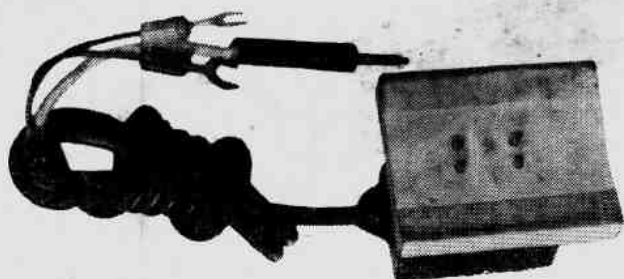
(b) JDJ-II 型的“发送探头”



(c) JDJ-I 型的“接收探头”



(d) JDJ-I 型的“接收探头”



(e) 片间压降检测器

图 1—2 检测仪的附件

“发送探头”和“接收探头”的构造基本相同，都是在一个硅钢片迭成的开口铁芯上绕上一个线圈。JDJ-I型的“发送探头”线圈为100匝，线圈两端引出后接至三芯插塞，JDJ-II型的“发送探头”的线圈有两档：探头手柄上的开关向前推，为100匝，开关向后拉，为80匝。JDJ-I型的“接收探头”线圈为300匝，线圈引出后接至二芯插塞。JDJ-II型的“接收探头”线圈也分为两档：探头手柄的开关向前推，为100匝，开关向后拉，为80匝。“片间压降检测器”有两对弹性触头，其中右边一对触头（上、下两个）引出后接到一对接线叉上，左边一对触头引出后接到一个三芯插塞上。每对触头的两个触点之间沿圆弧方向的距离为11毫米。

检测仪的外形尺寸为：385×350×175毫米；重量为14公斤；消耗功率不大于200瓦。

第三节 工 作 条 件

检测仪的工作条件如下：

1. 电源电压：220伏±10%，频率50赫；
2. 环境温度不超出+40℃，机箱四周应保持通风良好；相对湿度65±15%；大气压750±30毫米汞柱高；
3. 整机所有组件不得剧烈地振动。

第二章 电路原理

图 2—1 (a)、(b) 分别为 JDJ-I 型、JDJ-II 型的电路原理图，各由下列几部分组成：1ZL——检查接地用的“接地输出”电源的主电路；2ZL——检查换向器片间压降(简称片压检测)以及电刷对中心用的“片压、中心输出”电源的主电路；1CF——1ZL 中可控硅 SCR_1 的触发器；2CF——2ZL 中可控硅 SCR_2 的触发器；WY——晶体管直流稳压电源；XF——检查匝间短路用的“短路输出”电源；正弦波信号发生器；FD——测量放大器；GL——测定电机电刷火花等级用的高通滤波器。不同的检测项目，可用波段开关 1K、2K 来选择，检测结果则由“ μA ”表或“A-mV”表显示出来。

第一节 接地检测用的“接地输出”电源

主电路 (1ZL) 及其触发器 (1CF)

检查接地时，对电源有如下的要求：

1. 较高的输出电压，以免遇到非金属性接地（接地电阻很大）时，检查不出来。
2. 较大的输出电流，以便能在“接收探头”中感应出较大的电势。
3. 输出电流值可调，以适应各种电机的要求。
4. 输出电流值（平均值）恒定，不受电源电压波动及接地电阻变化等因素的影响，以保证检查的准确性。

为满足上述要求，本仪器采用由 1ZL 及 1CF 组成的具有电流负反馈的可控恒流装置，输出电流的平均值在 0 ~

0.6 安范围内连续可调；输出电压的波形则如图 2—2 所示。

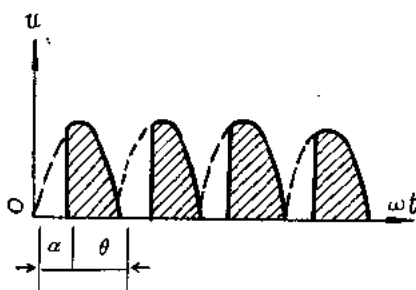


图 2—2 接地输出电源的电压波形

α ——可控硅 SCR_1 的控制角（又称触发角），在 α 之前，可控硅不导通； θ ——可控硅 SCR_1 的导通角， $\theta = 180^\circ - \alpha$ 。

由于输出电压是脉动的，接地输出电源的电瞬时值也是脉动的，脉动频率为 100 周/秒。

$1ZL$ 由电源变压器 B 次级绕组中 330 伏（JDJ—I 型为 200 伏），一组、二极管 $1Z_1 \sim 1Z_4$ 组成的桥式整流电路、可控硅 SCR_1 、限流及电流负反馈采样电阻 $1R_4$ 及 $1R_5$ 等组成。这种电路的特点是：只用一个可控硅元件，在交流电源的每个周期中可控硅导通两次；可控硅元件不承受反向电压。由于可控硅元件不承受反向电压，为了保证在具有感性负载时可控硅能可靠关断，所以采用了续流二极管 $1Z_5$ 。另外，电路中用了一个泄漏电阻 $1R_2$ ，它保证在遇到非金属性接地、接地电阻很大时，在电源电压峰值附近，可控硅 SCR_1 能可靠导通。这时， $1ZL$ 就输出一连串的脉冲电压，其波形如图 2—3 所示；电压的峰值，JDJ—I 型为 460 伏，JDJ—II 型为 280 伏。这样，可望将非金属性接地打成“死接地”（金属性接地），从而找出接地点。

$1ZL$ 中其他元件是作为测量及保护用的。 FL_1 为测量

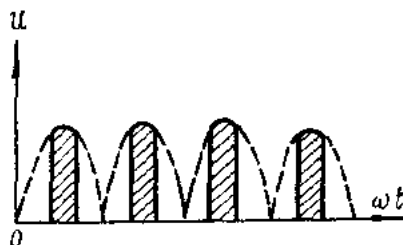


图 2-3 在接地电阻很大时，“接地输出”端的电压波形

“接地输出”电流平均值用的分流器； $1R_1$ 、 $1C_1$ 是为防止操作过电压造成可控硅 SCR_1 损坏而设的阻容保护电路； $1R_2$ 、 $1C_2$ 是为防止换向过电压造成可控硅 SCR_1 损坏而设的阻容保护电路。

触发器 $1CF$ 由单结晶体管 UJT_1 、三极管 BG_1 、电容 $2C_2$ 等构成的弛张振荡器以及弛张振荡器的工作电源等组成。该弛张振荡器的工作电源则由电源变压器次级绕组中 30 伏一组、二极管 $2Z_1 \sim 2Z_4$ 构成的整流桥及 $2R_2$ 、 CW_1 构成的削波电路组成。输出电压为梯形波，如图 2-4 (a) 所示。此梯形波与 $1ZL$ 的电源同步，因此，可保证 SCR_1 每周导通两次。

三极管 BG_1 、电阻 $2R_2$ 和电容 $2C_2$ 构成弛张振荡器的定时电路。 BG_1 是工作在放大区，起可调电阻的作用。 $2R_2$ 为限流电阻，它限制流过 UJT_1 的发射极 e 至第一基极 b_1 的电流 I_e ，使 I_e 足够小，以保证在 BG_1 的发射极 e 和集电极 c 间的等效电阻 R_{ec} 阻值最小，且当 $2C_2$ 放电至 UJT_1 的谷点电压 U_v 时， UJT_1 的 PN 结 $e-b_1$ 能自行截止。

定时电路的工作过程是：接通检测仪的电源后，弛张振荡器的工作电压经 $2R_2$ 、 BG_1 的 $e-c$ 向电容 $2C_2$ 充电。开始时， $2C_2$ 的端电压 U_{c2} 小于 UJT_1 的峰点电压 U_p ($U_p = \eta U_z + U_D$ ， η 为 UJT_1 的分压比， U_z 为弛张振荡器的工作

电压; U_D 为 UJT_1 的 PN 结 $e-b_1$ 的阀电压), 故 UJT_1 的 $e-b_1$ 截止。随着 $2C_2$ 的充电, U_{c2} 逐渐升高, 当 $U_{c2} = U_P$ 时, $e-b_1$ 变为导通。于是, $2C_2$ 经 UJT_1 的 $e-b_1$ 向脉冲变压器 MB_1 的初级放电, 其次级就送出一个脉冲, 去触可控硅 SCR_1 。当电容 $2C_2$ 放电至端电压 U_{c2} 低于 UJT_1 的谷点电压 U_V 时, 由于 $2R_3$ 足够大, 流经 $2R_3$ 、 R_{c2} 的电流小于 UJT_1 的谷点电流 I_V , 于是 UJT_1 的 $e-b_1$ 又恢复截止状态。此后电容 $2C_2$ 又重新开始充电, 重复上述过程, 结果在电容 $2C_2$ 上形成锯齿形的电压, 如图 2-4 (b) 所示; 在脉冲变压器 MB_1 的次级就获得一系列脉冲电压, 如图 2

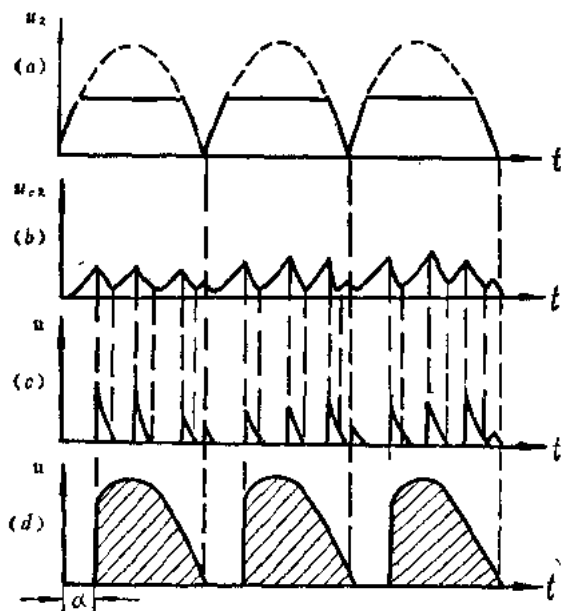


图 2-4 触发器电路各点的波形

- (a) —— 稳压管 CW_1 两端输出的电压波形;
- (b) —— 电容 $2C_2$ 两端输出的锯齿电压波形;
- (c) —— 脉冲变压器 MB_1 输出的电压脉冲;
- (d) —— $1ZL$ 电路输出的电压波形。

— 4 (c) 所示。每半个周期中第一个脉冲出现的时间, 取

决于定时电路中 $2C_2$ 的充电时间常数 T , $T = RC \ln \frac{1}{1-\eta}$,

式中 R ——充电回路中的总电阻, $R = 2R_s + R_{ce}$;

$C = 2C_2$;

η —— UJT_1 的分压比。

由上述可知, 要改变触发器每半个周期中第一个脉冲出现的时间, 即要使脉冲移相, 只要改变充电回路的电阻 $R = 2R_s + R_{ce}$ 即可。 R 值越大, 第一个脉冲出现的时间就越迟, 即控制角 α 就越大; 反之, 控制角 α 就越小。因此, 只要控制三极管 BG_1 基极正向电压的大小来改变 R_{ce} , 就可以使 α 改变。

在 BG_1 的基极回路中作用着两个电压: 一个是弛张振荡器的工作电压 U_Z 经 $2R_4$ 、 $2R_5$ 组成的分压器提供的电压,

称作给定电压 U_G , $U_G = \frac{2R_4}{2R_4 + 2R_5} U_Z$, 它对 BG_1 的 PN

结 $e-b$ 是正向电压; 它的大小决定了最小控制角 α_{min} ; 另一个是 $1ZL$ 的输出电流 I 经 $1R_5$ 反馈过来的电压, 称作负反馈电压 U_F ; $U_F = I \times 1R_5 \times \beta$, β 为电流反馈系数。对于 BG_1 的 PN 结 $e-b$ 讲, U_F 为反向电压。作用在 BG_1 基极回路中的合成电压为: $U_b = U_G - U_F > 0$ 。

U_G 是不变的。若由于某种原因, 使 $1ZL$ 的输出电流增大, 则 U_F 也增大, 于是 U_b 减小, R_{ce} 增大, $2C_2$ 的充电速度变慢, 控制角 α 增大, 从而使 $1ZL$ 的输出电流减小, 力图恢复到变化之前的数值。反之, 若由于某种原因, 使 $1ZL$ 的输出电流减小, 则 U_F 也相应减小, 于是 U_b 增大, $2C_2$ 充电速度加快, α 角减小, 从而使 $1ZL$ 的输出电流增大, 力图恢复到变化前的数值。这就是“接地输出”电流恒流的工作原理。

调节电位器 $2W$ [即恒流 (1A) 旋钮, 见图 1—1 (b)]

就可以改变负反馈电压 U_F 的大小，从而改变“接地输出”电流的恒流数值。

第二节 片间压降检测及电刷对中用的 “片压、中心输出”电源主电路 (2ZL) 及其触发器 (2CF)

检测片间压降及电刷对中心对其电源的要求是：

1. 输出较大的电流 因为电枢绕组每个元件的电阻值很小，要使换向器片间有较大的压降，只有通过较大的电流。如 ZQDR-204 型牵引电动机，它的电枢绕组每个元件的电阻值约为 0.0006 欧，通以 5 安的电流，才产生 3 毫伏左右的片间压降。另外，在电刷对中时，也要求给电机励磁绕组通以较大的电流，以提高对中的准确度。

2. 恒流输出 在检测片间压降时，只有流过电枢绕组元件的电流恒定不变，才能正确的判断绕组元件是否脱焊、断线或短路。

3. 输出电流可调，以适应各种电机的要求

2ZL 的电路结构和工作原理与 1ZL 基本相同，只是由于不希望 2ZL 在空载时输出电压，所以没有使用泄漏电阻。另外，2ZL 的输出电流较大，电流平均值在 0 ~ 6 安范围内连续可调（调节电位器 3W）；输出电压比 1ZL 低，输出电压的峰值：JDJ-I 型为 25 伏；JDJ-II 型为 18 伏。

2CF 的电路结构、参数及工作原理与 1CF 完全相同，因此，1CF、2CF 两块触发板可以互换。

第三节 晶体管直流稳压电源 (WY)

晶体管直流稳压电源 WY 向测量放大器 FD 和正弦波信号发生器 XF 供电。FD 和 XF 对稳压电源的要求是输出电

压12伏，输出电流 500 毫安。因为对稳压电源的电压稳定度要求不高，故采用较简单的带放大环节的串联式稳压电路，它由电源变压器*B*次级绕组（JDJ-I 型为15伏一组，JDJ-II 型为14伏一组），二极管 $5Z_1 \sim 5Z_4$ 和电容 $5C_1$ 组成的桥式整流、滤波电路，调整管 BG_3 、 BG_4 ，以及测量、比较、放大等环节组成。 $5R_3$ 、 $5W$ 及 $5R_4$ 组成分压器，测量输出电压的变化。稳压管 CW_3 为基准电压； $5R_2$ 为 CW_3 的限流电阻。 BG_5 起比较与放大作用。 $5R_1$ 为 BG_5 的集电极电阻， $5R_1$ 上电位的变化作为控制信号，直接加到调整管 BG_3 的基极上。 $5C_1$ 的作用主要是抑制稳压电源内部可能产生的自激振荡，同时也起滤波作用。

当由于某种原因（如电源电压下降或负载电流增大）使稳压电源的输出电压 U_{sc} 降低时，在 $5R_3$ 及 $5W$ 的上部的分压减小。这时，由于硅稳压管 CW_3 两端的电压保持不变，所以 BG_5 的发射极对基极的电压 U_{e5} 减小，于是 BG_5 的基极电流 I_{b5} 减小，其集电极电流 I_{c5} 也相应地减小， BG_5 的集电极电位 U_{c5} （亦即 BG_3 的基极电位 U_{i3} ）降低； BG_3 的基极电流 I_{b3} 增加， BG_3 的集电极电流 I_{c3} 和 BG_4 的集电极电流 I_{c4} 增加； BG_4 的发射极和集电极间的等效电阻 R_{e4} 减小，从而使稳压电源的输出电压 U_{sc} 力图恢复到变化前的数值。上述稳压过程可表示如下：

$$\begin{aligned} U_{sc} \downarrow &\longrightarrow U_{e5} \downarrow \longrightarrow I_{b5} \downarrow \longrightarrow I_{c5} \downarrow \longrightarrow U_{c5} \downarrow \\ &\longrightarrow U_{i3} \downarrow \longrightarrow I_{b3} \uparrow \longrightarrow I_{c3} \uparrow \longrightarrow I_{c4} \uparrow \longrightarrow R_{e4} \downarrow \\ &\longrightarrow U_{sc} \uparrow \end{aligned}$$

调整管 BG_3 、 BG_4 的电流放大系数 β 越大，则稳压电源输出电压的稳定度也就越高。

同理，当由于某种原因使稳压电源的输出电压 U_{sc} 升高时，通过测量、比较、放大以及调整管的作用，又会使 U_{sc}