

JEC-2

多功能集成电路应用实例

任致程 编著

机械工业出版社



195

国产JEC-2多功能集成电路应用十分广泛。作者在总结实践经验的基础上列举了二十七个应用实例，实例中广泛采用了光敏、热敏、气敏、磁敏及红外线等新技术，涉及面甚广，有较大的适用价值。

本书首先对JEC-2多功能集成电路的工作原理、测试方法及典型应用作了介绍，随之列举了应用实例，作者以简洁的语言深入浅出地对每个实例的工作原理、材料选择、调试方法及安装技术均作了详尽的叙述，同时还提供了元器件有关资料，供读者制作时参考购置。读者只要具有电子技术的初步知识，对本书所介绍的应用实例看了就能懂，懂了就能装，装好就能调、调好就能用。读者并可参照本书实例举一反三、加以发挥，应用于本职工作及日常生活中，将会获得较大的实际效益。

本书读者对象是从事电子技术应用的工人、技术人员及业余爱好者和大、中学生。

JEC-2 多功能集成电路应用实例

任致程 编著

*

责任编辑：董保申

封面设计：郭景云

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₃₂·印张6⁷/₈·字数148千字

1987年9月北京第一版·1987年9月北京第一次印刷

印数 0,001—7,000·定价：1.70元

*

统一书号：15033·6776

前 言

自从笔者 1983 年在《电气时代》杂志上发表“国产集成电路应用集锦”连载文章以来，收到了国内许多读者的来信。这些读者中，有大专院校的学生，有只上过小学的老工人，有刚进工厂的青年工人，有农民专业户，有年轻的解放军战士，而更多的是青少年业余电子爱好者。他们热情洋溢地介绍了对连载文章学习的体会以及参照制作的心得，并殷切期望整理成册出版。为满足广大读者的要求，笔者编著了此书，以飨读者。

集成电路从兴起至今仅仅二十余年，然而目前已经是类别众多、品种繁复了。这里，笔者从中选择了一种结构简单、用途广泛的 JEC-2 型多功能集成电路先行介绍给读者，目的是为了便于业余电子爱好者从学习应用晶体管电路过渡到集成电路不致感到繁难，以此为起步初步了解并掌握集成电路的一些基础知识，进而达到灵活运用之目的，为向高深的技术领域迈进打好基础。

本书有如下五个特点：

1. 在对 JEC-2 多功能集成电路作了较详细的原理分析的基础上，着重介绍了用万用电表测试 JEC-2 的方法，这是考虑到了业余电子爱好者所常用的工具和检测手段。

2. 在介绍 JEC-2 多功能集成电路典型应用的基础上，着重向读者推荐了二十七种应用实例。这些应用实例，都是笔者近几年来在技术革新和试验研究的实践中总结出来的，具有广泛性和代表性。

3. 本书介绍的应用实例把国产集成电路和国产敏感元件有机地结合起来了, 这样, 读者可从中获得敏感元件的应用知识。因此, 本书又称得上是“敏感元件的应用实例”。

4. 对每例的工作原理都作了分析, 对元件选择、调试步骤、使用方法都作了详尽的讲解。

5. 在附录中列出了常用的电子元器件产品的资料, 便于读者查阅这些元器件的基本性能与有关参数。

本书具有实用性、知识性与趣味性, 读者只要具备电子技术的初步知识, 对本书看了就能懂, 懂了就能做, 做好就能装, 装好就能调, 调好就能用; 并可举一反三, 扩大应用, 在生产实践中发挥较大的效益。

在编写此书的过程中, 得到了河北省煤矿设计院电气工程师施近益同志、山东省林业科学研究所朱晓明同志、绍兴丝织厂青年工人王光耀同志、浙江省嵊县印刷厂老工人周万岳同志、江苏省睢宁县高作轧花厂周青松同志、北京市房山县石娄乡二站农民张斌同志、墨龙江省哈尔滨市东北林学院土木建筑工程系道桥专业薄宏文同学、赤峰皮革厂霍伟民同志、大连钢厂二轧车间电工班长李久荣同志等的大力支持, 周凤仪、王龙贵、林青、吴玉莲、胡观可等同志在百忙中给予不少帮助, 中国科学院电工研究所于百炼同志对本书进行了审稿与修改, 董保申同志为本书作了指导, 在此一并表示衷心的感谢。

由于水平有限, 时间仓促, 本书难免存在错误或不当之处, 恳请读者予以批评指正。

作者

一九八五年二月

于河南灵宝豫灵西峪口

目 录

前言

一、JEC-2多功能集成电路简介	1
二、JEC-2多功能集成电路的测试方法	5
(一) 功耗电流 I_{CCL}	5
(二) 截止电位 V_{OH}	6
(三) 导通电位 V_{OL} 与负载能力 I_H	6
(四) 触发电流 I_B 与触发电位 V_B	8
(五) 输出反向击穿电压 BV_{CER}	8
三、快速判断JEC-2多功能集成电路的方法	10
(一) 极间电阻法	10
(二) 脚间电阻比较法	13
(三) 搭接试验法	14
四、典型应用	16
(一) 反相器	16
(二) 射极耦合触发器	19
(三) 单稳态触发器	22
五、应用实例	25
(一) 验电器	25
(二) 制冰机冷却系统断水报警器	26
(三) 导线测断仪	30
(四) 电子风向标	33
(五) 花盆缺水报知器	35
(六) 电动机缺相保护器	41
(七) 两级“手动—自动”泵房	45
(八) 江河水位电子观测器	55

(九) 电子保险柜	60
(十) 电子循环彩灯	68
(十一) 阳光照射计时装置	73
(十二) 消防车自动发动装置	84
(十三) 浴池水温控制器	87
(十四) 汽车水箱控制器	90
(十五) 自动控制秤量器	94
(十六) 自制鱼缸恒温器	97
(十七) 孵鸡恒温箱	100
(十八) 汽车发动机高温自动停车装置	108
(十九) 冲床自动保护装置	109
(二十) 红外线报警器	116
(二十一) 被动式红外线报警器	122
(二十二) 列车照明灯的自动控制开关	134
(二十三) 电视机自动调压器	136
(二十四) 吊扇定时装置	139
(二十五) 光控路灯开关	141
(二十六) 电灯声控开关	143
(二十七) 气敏火灾报警器	145
附录	164

一、JEC-2多功能集成电路简介

JEC-2 多功能集成电路触发器，是一种结构简单、灵敏度高、价格便宜、用途十分广泛的集成电路块，在各行各业的技术革新和业余电子制作中，发挥了很大的作用。

JEC-2 多功能集成电路触发器（本书中简称“JEC-2”）的外型与管脚排列见图 1 a，电路符号见图 1 b。一共 14 条管脚。图 1 a 中左上角被剪短的那一条为第①脚，按顺时针方向数，上排为①~⑦脚，下排为⑧至⑭脚。接线是：⑦脚为输入端；②脚是输出端，可外接负载电阻或继电器，但负载电流通常不宜大于 30mA；⑤脚接电源正极(+ V_{CC})，通常 $V_{CC} = +12V \sim +15V$ ；⑧脚根据实用需要可以外接电阻、电位器或直接接地；⑬脚为接地端(即电源的负极)；⑩脚、⑪脚主要用于测试，在某些情况下，⑪脚亦可用作输入端，但通

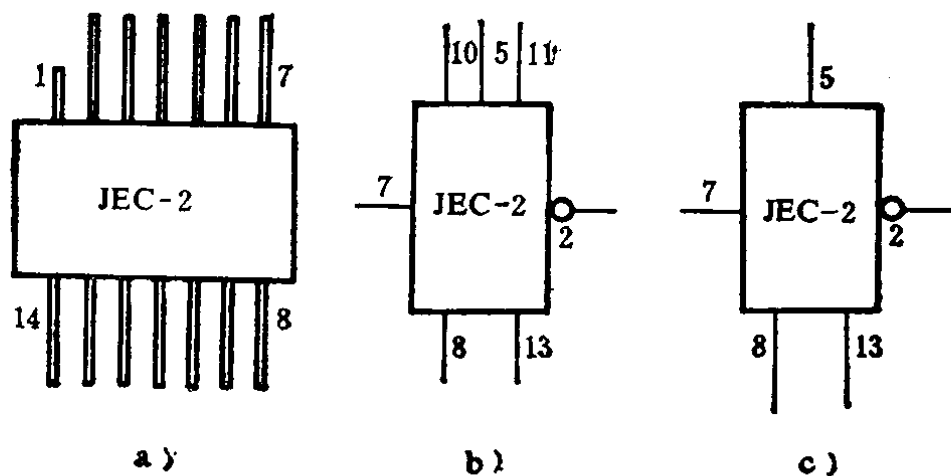


图 1

常⑩脚、⑪脚是悬空不用的，所以在本书的一般电路图中，见到的 JEC-2 电路符号如图 1 c 所示。从整个逻辑功能上看，JEC-2 是一个反相器，或称“非门”，所以在电路符号的输出端有一个小圆圈“○”，但又有别于通常的 TTL 非门电路，所以它的符号别出一格地标上了⑤、⑧、⑩、⑪、⑬等脚。前面讲过，JEC-2 共 14 只脚，而①、③、④、⑥、⑨、⑫等脚在电路符号中没有标出来，这是因为这些脚都是闲置不用的。在本书的实例中，凡是与电路无关的管脚，一律不予标出。

JEC-2 型集成电路的内部电路见图 2。它的结构是由三级反相器组成。所谓反相器，就是输出信号电位是输入信号电位的否定。比如给输入端加入一个高电位信号，在电路的输出端则可获得一个正好相反的低电位信号。

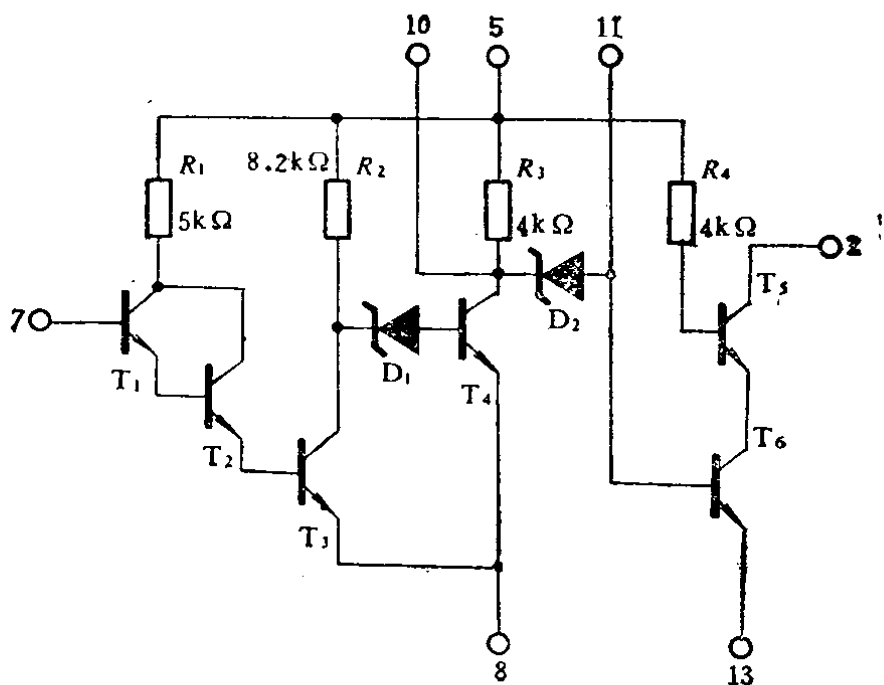


图 2

在 JEC-2 的内部电路中，第一级反相器由 T_1 、 T_2 、 T_3 组成，其输入端为第⑦脚，输出端为 T_3 的集电极。这是一个复合管，它的最大特点是电流放大倍数很高。其放大倍数是组成复合管的各单管电流放大倍数的乘积。也就是说， T_1 ， T_2 ， T_3 的放大倍数若分别为 β_1 、 β_2 、 β_3 ，则此复合管的集电极电流近似为 $\beta_1 \times \beta_2 \times \beta_3 \times I_{b1}$ ，由此看来，给输入端一个极小的电流，其输出端则有一个很大的电流输出，在 R_2 上则会产生一个低电位信号输给下一级。正因为组成复合管的是三只硅管，所以要使三只管子导通，则要求有高达 $+2.1\text{V}$ 以上的输入电位作触发信号，这是因为每只硅管的发射结压降通常为 $+0.7\text{V}$ 的缘故。

第二级反相器就是 T_4 。第一级反相器的输出信号通过 D_1 耦合到 T_4 的基极。由于 D_1 是一只稳定值为 8V 的稳压二极管，所以只有当第一级反相器输出端高于 8V 时， T_4 才能可靠地导通；而低于 8V 时， T_4 才能确保截止，这对提高本集成电路的抗干扰能力是大有益处的，正因为这个缘故，所以 JEC-2 在实用电路中，通常 V_{cc} 不可低于 $+9\text{V}$ 。在这一级中，从 T_4 的集电极引出了一条测试线⑩脚，可以方便地监测 T_4 的导通与截止。倘若第三级反相器某管烧坏，这时可用第⑩脚作本集成电路的输出端，只不过此时的 JEC-2 的输出信号与它的输入信号保持同相位，即输入为高电位，输出端也为高电位。可用于 TTL 集成电路 ($V_{cc} = 5\text{V}$) 与 HTL 集成电路 ($V_{cc} = 15\text{V}$) 之间作桥梁，起着电路电压变换作用。

作为 JEC-2 内部电路的第三级反相器，是 T_5 、 T_6 组成的串联三极管。 D_2 的用途同 D_1 一样，只有在前一级输出端电位高于 8V 时， D_2 才能通导。这样作，进一步提高了电

路的抗干扰能力。在这里， T_5 、 T_6 串联，接成了一个三极管“与门”电路。

何谓“与门”电路？这里略作介绍。见图 3 a 所示，不难看出，为了使电灯 D 点燃，只有两只开关 K_A “与” K_B 都闭合才行，两种情况缺一不可。这里的“与”字，指出了使灯点燃必须同时满足的两个条件。而在图 3 b 所示电路中，

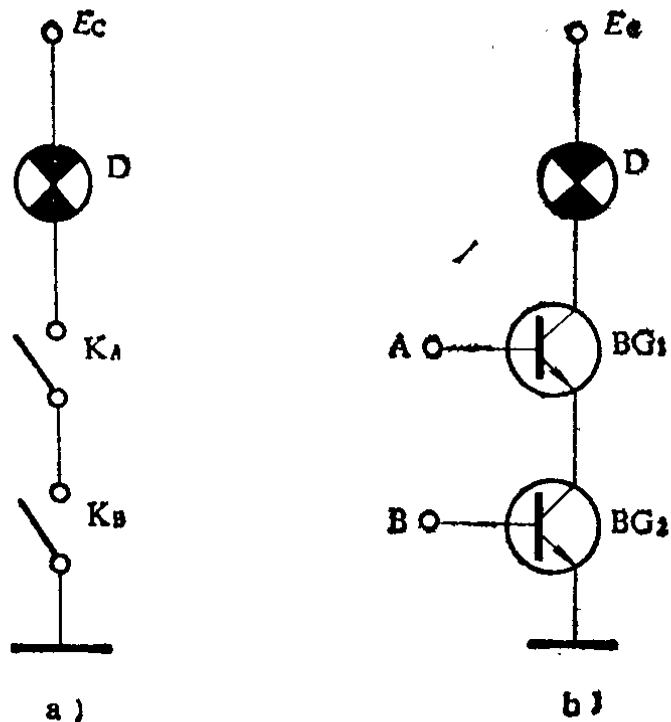


图 3

三极管 BG_1 、 BG_2

串联，只有 A 端“与” B 端都为高电位时，灯 D 才能被点燃，而在其他条件下，D 是不亮的。由此可知，当决定某一件事的各种条件全部具备之后，这件事才发生，这种因果关系就称之为“与”的关系，满足这种关系的电路称为“与门”电路。读者在明白了上述道理之后，就不难看出图 2 中的 T_5 、 T_6 的“与门”关系了。但这里的 T_5 的基极是通过 R_4 固定接在 V_{CC} 上的，因而 JEC-2 的输出端（即 T_5 集电极）的电位的变化，主要是由 T_6 基极电位来决定，只有当 T_6 基极电位“与” T_5 基极电位一样都为高电位时，②脚才能输出低电位。本集成电路之所以采取 T_5 、 T_6 串联的形式，这是因为一则有利于抗干扰，二则有利于输出管截止时能承受较高的电压。

二、JEC-2多功能集成电路 的测试方法

JEC-2 集成电路的主要技术参数有：功耗电流（亦称空载电流） I_{CCL} 、截止电平 V_{OH} 、导通电平 V_{OL} 、输出反向击穿电压 BV_{CER} 、负载能力 I_H 、触发电流 I_B 、触发电压 V_B 等。其规范参阅附表 1、附表 2。为了帮助读者正确选用，现介绍它的基本参数的测试线路，在业余条件下，读者可采用普通万用电表（如 MF10 型万用电表）代替测试线路中的微安表、毫安表和电压表。

（一）功耗电流 I_{CCL}

测试线路见图 4。将毫安表 ④ 串入 JEC-2 的 ⑤ 脚与电源 V_{CC} 之间（ V_{CC} 取值为多少伏，应视 JEC-2 的质量档位而定，参看附表 1、附表 2；JEC-2、JEC-2 A、JEC-B 档均取 $V_{CC} = +12V$ ，JEC-2 C 档的 $V_{CC} = +15V$ 。以下各项测试， V_{CC} 取值均同此），⑧、⑬脚接地，其余各脚悬空不接，此时电路无负载，毫安表指示的电流值则为功耗电流 I_{CCL} 。通常， I_{CCL} 小于 10mA 为合格，但各质量档位具体要求是多少，参看附表 1、附表 2。

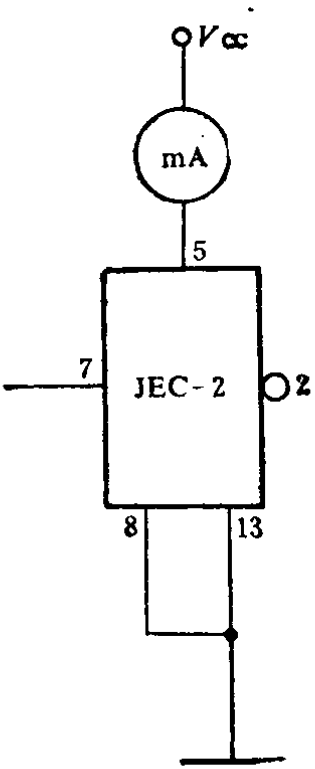


图 4

(二) 截止电位 V_{OH}

亦称“输出高电平”。测试线路见图 5。图中, R_L 的取值视产品质量档位而定: JEC-2、JEC-2 A、JEC-2 B 均取 $R_L = 400 \Omega$; JEC-2 C 的 $R_L = 600 \Omega$ 。由于此时 JEC-2 的输入端 ⑦脚是悬空的, 因而整个集成电路处于截止状态。此时与 ②脚相联的电压表 ⑤的读数则为截止电平 V_{OH} 。通常, 以 V_{OH} 大于 11V 为合格。

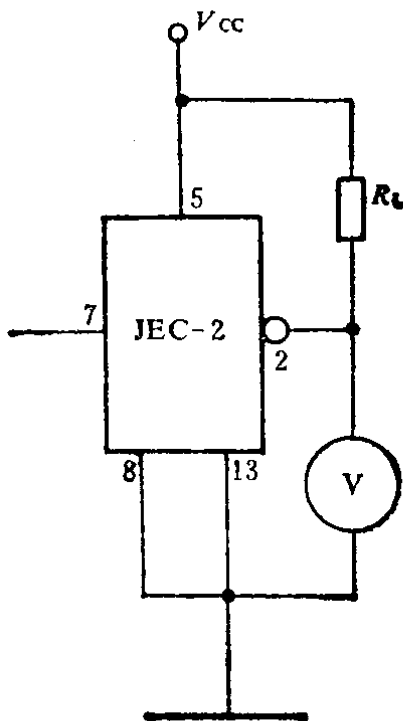


图 5

(三) 导通电位 V_{OL} 与负载能力 I_H

测试线路见图 6。在输入端 ⑦脚加入一个直流电压信号, 使输入电流等于 $10\mu A$, 这时 ②脚对地电压就是 V_{OL} , 正常时 V_{OL} 应小于 2V。此时毫安表指示在 20mA 以上。如果再减小 R_L 的阻值, 毫安表指示还可增大, 在 V_{OL} 不高于 2V 的前提下, 可达 30mA 以上。这就是我们要测的负载能力 I_H 。这里, V_{CC} 、 R_L 的取值参阅附表 1、附表 2 的测试条件。 $R_0 = 300k\Omega$, 起着限流作用。 E_C 为可调电源, 可以自行加工, 电路如图 7 所示。在这个电路中, 电源变压器 B 将

220 V 市电变成 15 V 左右低压电，再经 $D_1 \sim D_4$ 整流， C 滤波，获得了脉动直流电压。这个电压通过 R 加到稳压二极管 D_5 上，使 M 点输出

一个稳定的 -12 V 电平，调节取样电位器 W ，使它的中心抽头的电位下降时， BG_2 基极电位降低，通过 BG_1 、 BG_2 复合三极管放大后，其输出电压亦必然降低，最低可输出 -12 V ；当 W 的中心抽头的电位升高时， BG_2 基

极电位逐渐升高，直到与地电位等同为 0 伏，这时输出端电压

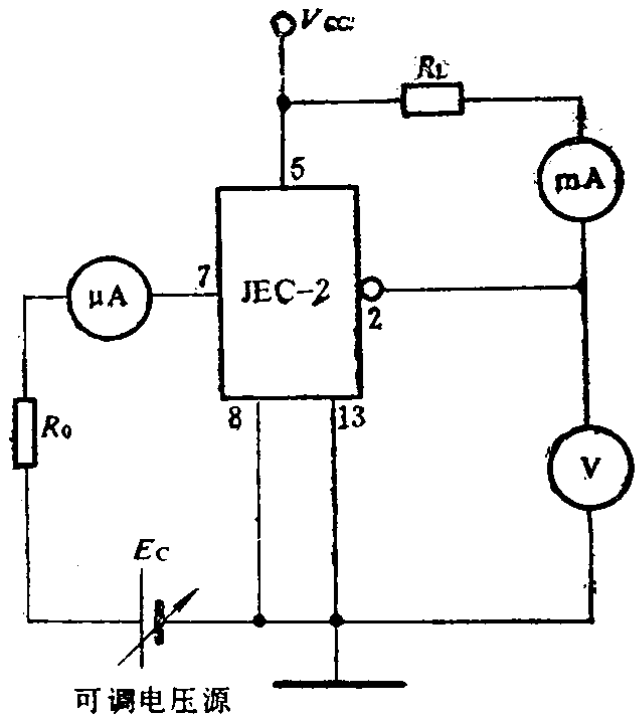


图 6

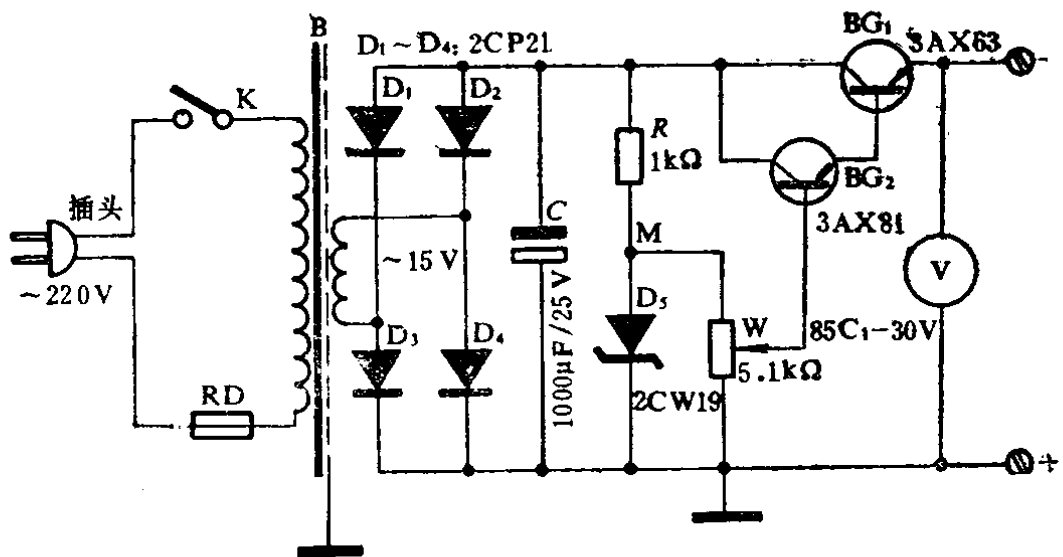


图 7

势必跟随上升，直至接近 0 伏。由此可知，图 7 所示电路，是一个由 0 至 -12V 可调的稳压电路。这种电路在业余制作中用途是十分广泛的。

(四) 触发电流 I_B 与触发电位 V_B

在图 6 的基础上，再增加一只电压表⑤，就可组成一个触发电流 I_B 与触发电位 V_B 的测试电路。电路见图 8 所示。测试时，调节电源 E_C 的电压值，使⑦脚输入电流逐渐增大，当电压表⑤的读数由截止电位 V_{OH} 突然下降到导通电位 V_{OL} 时，微安表的读数即为触发电流 I_B ，该数小于

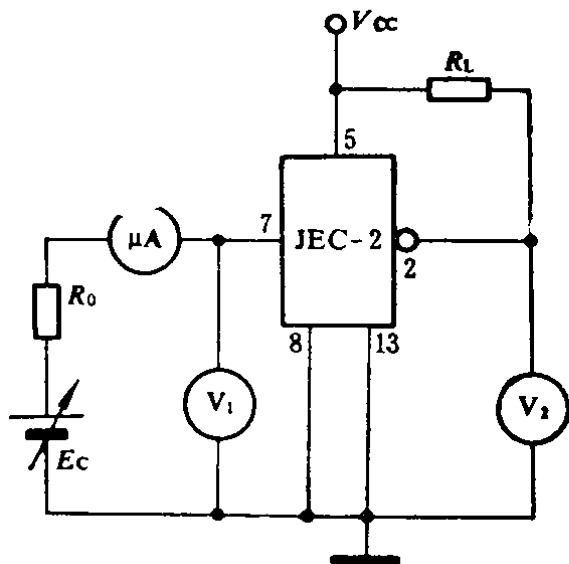


图 8

$10\mu\text{A}$ 为合格(JEC-2 B 的 $I_B = 1\mu\text{A}$ 为合格)。而这时电压表⑤的读数即为触发电位 V_B ，它小于 2.5V 为合格。

(五) 输出反向击穿电压 BV_{CER}

输出反向击穿电压实质上是指输出管 T_5 、 T_6 的集电结反向击穿电压(参看图 2)。测试电路如图 9 所示。 E_C 为 $0 \sim 50\text{V}$ 可调稳压电源。为避免雪崩击穿后损坏管子应加限流电阻 R_B 调节 E_C 使它的输出电压从 0V 逐渐升高，这时微安表的读数也随之增大。当微安表指示到 $200\mu\text{A}$ ，此时的电压表⑤的读数即为输出反向击穿电压 BV_{CER} 。通常，JEC-2 的

BV_{CER} 应大于 35 V 才算合格 (参阅附表 1、附表 2)。

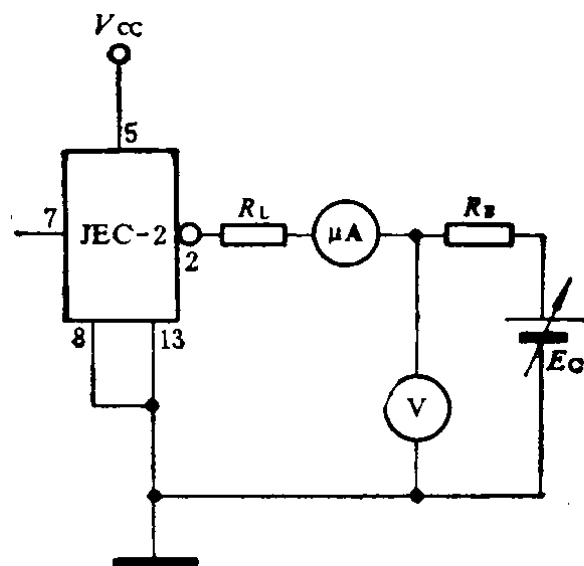


图 9

三、快速判断JEC-2多功能 集成电路的方法

根据上述测试方法来判断 JEC-2 的好坏，自然是十分准确的，但太麻烦，达不到快速判断之目的。这里，介绍三种快速判断的方法。

(一) 极 间 电 阻 法

半导体 NPN 型三极管的好坏是可以用电表粗略地进行判断的。其方法可参见图 10。在图 10 a 中，将万用电表拨到 $R \times 1\text{k}$ 档，如果此管是好的，当用负表笔接基极，

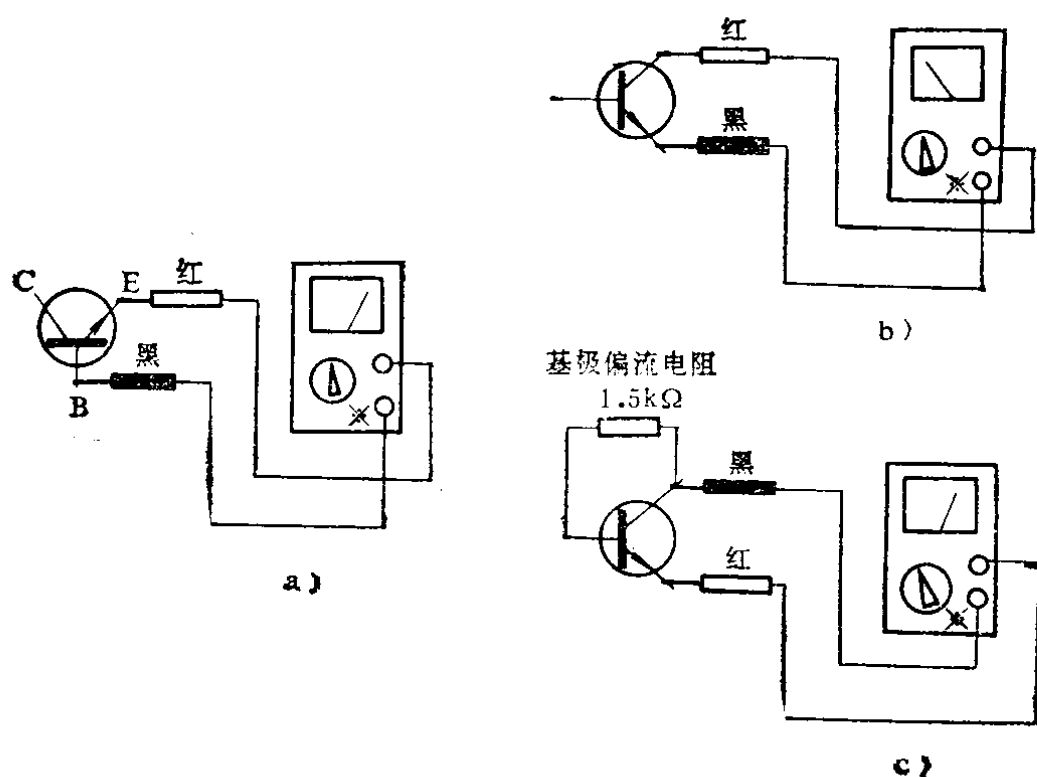


图 10

正表笔接发射极或集电极时，万用电表均指示小阻值（约 $8\text{k}\Omega$ 左右）；将表笔反过来，即正表笔接基极，负表笔接发射极或集电极时，表头均指示高电阻值（接近 ∞ ）；而对于它的发射极和集电极之间的电阻（如图 10 b 所示），无论正、负表笔怎样接，万用电表表头指示均接近 ∞ 。倘若此时万用电表表头指示的是低电阻值（如几 $\text{k}\Omega$ 或几十 $\text{k}\Omega$ ），则认为这只三极管已击穿短路。要知道这只三极管有无放大能力，可参照图 10 c 所示电路，将万用电表的负表笔（即万用电表内电池的正极）接集电极，正表笔接发射极，用一只 $1.5\text{k}\Omega$ 的电阻搭接到三极管的基极与集电极上，此时表头立即指示出一个电阻读数（约 $10\text{k}\Omega$ 左右）。其值越小，放大能力越强。

上面介绍的是如何测试三极管，其目的就是为如何用万用电表来测试 JEC-2 集成电路打下基础。因为，JEC-2 是由六只 NPN 型三极管组成的，我们可以方便地通过测量 JEC-2 的管脚，测出这六只三极管所组成的有关电路，只要能判断出各个电路都是好的，那么整个 JEC-2 集成电路就无疑是好的了。

前面，我们分析了 JEC-2 的内部结构，得知它是由三个反相器组成的。我们能否象测试普通 NPN 型三极管那样来测试这三个反相器呢？实践证明是可以的。

图 11 a 为第一个反相器，我们可以把它当作一个 NPN 型硅三极管来测量。笔者通过测试大量的 JEC-2，发现凡是负表笔接⑦脚、正表笔接⑧脚，万用电表测得的⑦-⑧间的阻值为几十 $\text{k}\Omega$ 到几百 $\text{k}\Omega$ 左右（记作“ $R_{\text{⑦}^-\text{⑧}^+}$ ”。 ⑦^- ：表示万用电表负表笔接在第 7 脚上； ⑧^+ ：表示万用电表正表笔接在第 8 脚上。 $R_{\text{⑦}^-\text{⑧}^+}$ 则表示万用电表负表笔接在某集成电