

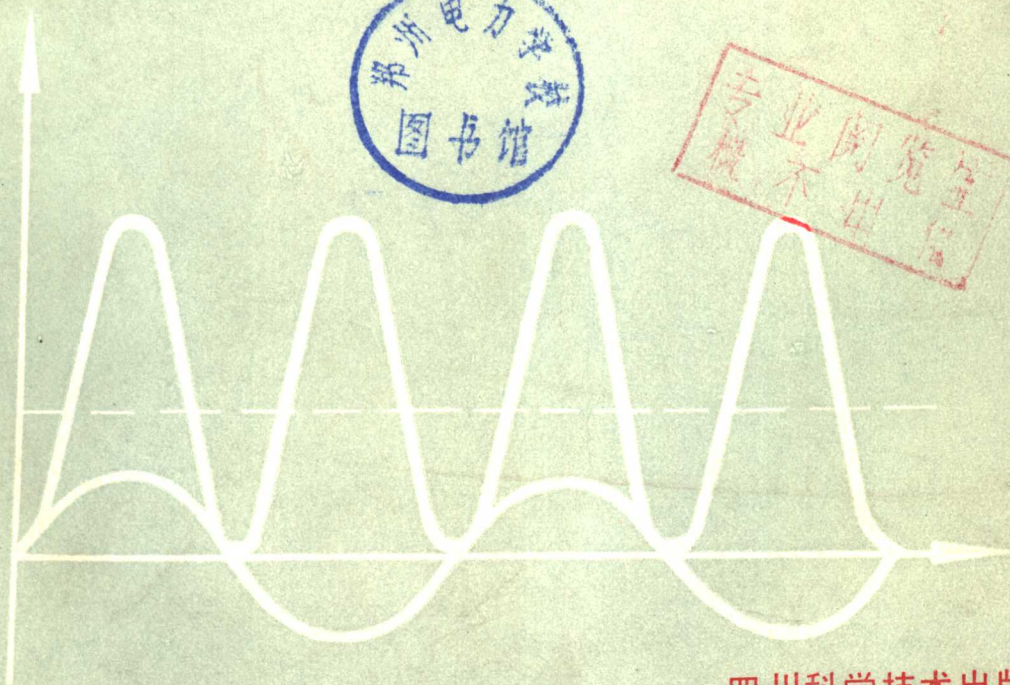
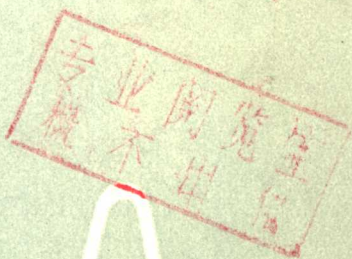
中学常用 电子仪器 及 电教设备

徐州师范学院
曲阜师范大学
扬州师范学院
淮北煤炭师范学院
徐州市教育局

合编

王太昌 林萌森 黄玉清 主编

—— 原理 使用 维修



四川科学技术出版社

中学常用电子仪器及电教设备

——原理 使用 维修

徐州师范学院

曲阜师范大学

扬州师范学院

合编

淮北煤炭师范学院

徐州市教育局

王太昌 林萌森 黄玉清 主编

四川科学技术出版社

1987年·成都

责任编辑：崔泽海 罗孝昌

封面设计：李 勤

技术设计：肖 扬

中学常用电子仪器及电教设备

——原理 使用 维修

王太昌 林荫森 黄玉清 主编

四川科学技术出版社出版

(成都盐道街三号)

新华书店重庆发行所发行

资中县印刷厂印刷

统一书号：15298·336

1987年7月第一版 开本 787×1092毫米 1/16

1987年7月第一次印刷 字数 470 千

印数 1—10,000 册 印张 18.25

定 价： 3.90 元

ISBN 7—5364—0066—7/TN·2

前 言

电子测量仪器是现代科学技术工作者不可缺少的工具,在生产、科研、维修及教学中都有广泛的应用。在中学物理教学的演示实验、学生分组实验以及课外科技活动中也是必不可少的设备。计算机、电教设备更是教学现代化所必须的重要设备。

本书是根据国家教委一九八五年印发的《中学理科教学仪器和电教器材配备目录》的要求编写的。目的在于使师范大、专院校物理专业学生及中学物理教师能更好地使用、维修这些设备,使它在教学中更好地发挥作用。

该书第一至六章比较详细地介绍了中学常用电子仪器的原理、使用及维修;第七章介绍电子仪器在学生分组实验中的应用;第八章介绍电子仪器在物理教学演示实验中的应用;第九章介绍计算机及在物理教学中的应用;第十章介绍电教设备的基本原理、使用及维修。

本书可供师范大、专院校作选修课教材用,也可作为普通中学、职业中学及中等师范学校理科教师的教学参考书,并可供电化教学人员及电子设备维修人员参考。

编写组由徐州师范学院、曲阜师范大学、扬州师范学院、淮北煤炭师范学院、徐州市教育局的同志联合组成。参加编写工作的有林荫森、孙式义、顾长飞、黄玉清、王太昌、张继迎、马德俊等同志。

在编写过程中得到了江西电子仪器厂、杭州九二无线电厂等单位的帮助,并参考了王兴乃等同志编写的有关书籍和资料,还得到山东教育图书供应社孙启晋同志的大力支持,在此一并表示感谢。

由于编写时间仓促,加之编者水平有限,错误之处在所难免,恳望广大读者批评指正。

编 写 组

1986.11

目 录

第一章 交直流电源	(1)
第一节 部分电路介绍	(1)
第二节 J1201型及J1201—1型低压电源	(3)
第三节 J1202型学生电源	(8)
第四节 J1205型直流高压电源	(10)
第二章 信号源	(13)
第一节 主要器件和电路介绍	(13)
第二节 J2465型学生信号源	(21)
第三节 J2464型教学信号源	(24)
第四节 J2462型低频信号发生器	(31)
第五节 J2463型高频信号发生器	(37)
第六节 电子节拍器	(40)
第七节 J9280型多用教学仪	(42)
第三章 示波器	(53)
第一节 器件及电路	(53)
第二节 J2458型教学示波器	(59)
第三节 J2459型学生示波器	(84)
第四节 JL834型洛仑兹力演示仪	(88)
第五节 J2476型电子束演示仪	(92)
第四章 示波器的辅助仪器	(95)
第一节 部分电路介绍	(95)
第二节 双线电子开关	(101)
第三节 三线电子开关	(109)
第四节 J2461型晶体管特性图示仪	(114)
第五节 频率特性测试仪	(123)
第五章 计时器	(140)
第一节 简式计时器(J0202型)	(140)
第二节 J6202—1型数字计时器	(148)
第六章 其他电子装置	(154)
第一节 J0412型晶体管毫伏表	(154)
第二节 J2554型盖革计数器	(158)
第三节 J2466型无线电组合教具	(161)
第七章 电子仪器在中学物理学生分组实验中的应用	(173)
一、在“练习使用示波器”实验中的应用	(173)
二、在“研究电磁感应现象”实验中的应用	(174)
三、在“用示波器观察交流电的波形”实验中的应用	(175)

四、在“用安培表和伏特表测定电池的电动势和内电阻”实验中的应用……	(175)
五、在“用惠斯通电桥测电阻”实验中的应用……	(176)
六、在“用示波器观察交流电的整流和滤波”实验中的应用……	(178)
七、在“研究变压器的作用”实验中的应用……	(178)
八、在“安装简单的收音机”实验中的应用……	(180)
第八章 电子仪器在物理演示实验中的应用	(182)
第一节 声学演示实验……	(182)
第二节 电磁学演示实验……	(183)
第三节 力学演示实验……	(189)
第四节 电子学演示实验……	(191)
第九章 APPLE 微型计算机在物理教学中的应用	(204)
第一节 APPLE 微型电子计算机……	(204)
第二节 应用微机辅助物理教学……	(211)
第三节 《物理教学成套软件》使用说明……	(218)
第十章 电教设备	(224)
第一节 HZ—1型自动幻灯机……	(224)
第二节 16毫米电影放映机……	(229)
第三节 盒式磁带录音机……	(238)
第四节 彩色电视接收机……	(255)
第五节 盒式磁带录象机……	(273)

第一章 交直流电源

供中学用的交直流电源有J1202型学生电源、J1201型低压电源、J1205型直流高压电源等。本章主要介绍这几种交直流电源的基本电路原理、使用和维护。

第一节 部分电路介绍

一、串联型稳压电路

供中学用的交直流电源，除了包括变压器变压、二极管整流、RC滤波等部分外，还加了串联型稳压电路，如图1—1所示。

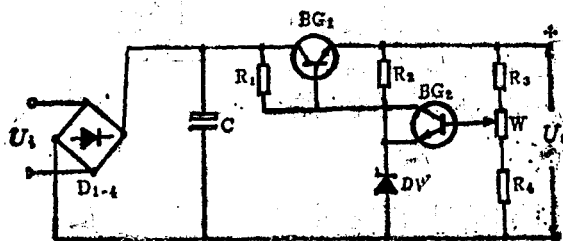


图1—1

串联型稳压电路稳压的基本原理可用图1—2所示电路来说明。可变电阻 R 和负载 R_L 串联起来，并使 R 的阻值随着输出电压的升高或降低而相应地增大或减小，达到稳压的目的。

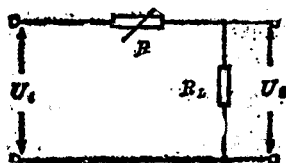


图1—2

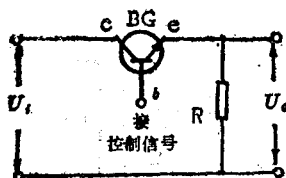


图1—3

当输入电压 U_i 增加时，使可调电阻 R 的阻值增大，让它把输入电压的增加量全部承担下来，这样，即可维持输出电压不变；当 U_i 不变，负载电流增加时，流过电阻 R 的电流也增加，这时相应减小 R 的阻值，使 R 上的压降不变，也可维持输出电压不变。在实际稳压电路中，是用晶体管来代替可调电阻 R 的，如图1—3所示。用输出电压的变化量作控制信号，去控制晶体管的基极电流 I_b 。如果 I_b 增大，则 I_e 也增大，使 U_{ce} 减小，相当于晶体管 c 、 e 间的电阻减小；反之，当 I_b 减小时，晶体管 c 、 e 间的阻值增大，这样，晶体管就起到了图1—2中可调电阻 R 的作用。由于晶体管在电路中起电压调整的作用，故称为调整管。这种稳压电路，调整管是与负载串联的，所以称为串联型晶体管稳压电路。

第二节 J1201型及J1201—1型低压电源

一、概述

1. 用途 J1201型及J1201—1型低压电源在中学理、化教学中作低压交、直流和稳压电源使用。J1201—1型低压电源是在J1201型基础上改进的产品，其外型如图1—6所示。



图1—6 J1201—1型低压电源外型

2. 主要技术指标

(1) 交流输出：输出电压的标称值为2V至24V，每隔2V一档，共十二档。空载时最高输出电压比标称值不高于1.5V；12V以下各档满载输出电压比标称值不高于1V；对2V这一档不作要求。输出电流最大可达6A，有过载指示。

(2) 直流输出：输出电压标称值同交流输出。各档满载输出电压比标称值不低于： $0.1U_{\text{标}} + 2.2V$ ($U_{\text{标}}$ = 标称值)，对2V档不作要求。最大输出电流6A，有过载指示。

(3) 直流稳压输出：输出电压6V、9V、12V，每档最大允许输出电流为1A；电压稳定度，在电源变化 $\pm 10\%$ 的条件下，空载输出电压各档变化小于0.1V；负载稳定度，当电源电压为220V时，输出电流从0到1A时，输出电压各档变化小于0.3V；过载保护，当各档电流大于1.5A时输出即自动截止，电路得到保护。

二、电路原理

J1201型低压电源的电路原理图如图1—7所示。电源变压器的次级绕组3~8端通过 $K_1 \sim K_4$ 对绕组进行不同的串联组合，可以获得从2V至24V每隔2V一档的共十二档交流电压。经 $D_1 \sim D_4$ 组成的桥式整流电路整流后，可获得标称值由2V至24V每隔2V一档共十二档的直流电压。

变压器次级绕组1~2端及其所连接的各元件组成低压交直流输出保护电路。当低压交直流输出电路因负载过重，使得流经 R_1 的电流过大时，三极管 BG_1 因 R_1 上的压降增大而导通，作为 BG_1 集电极负载的指示灯 ZD_1 亮，表明电路过载。当电流超过6A时，保险丝 BX_1 熔断，使电路得到保护。

变压器次级绕组9~10端及其以后的电路，为带有截止型保护电路的串联型晶体管稳压

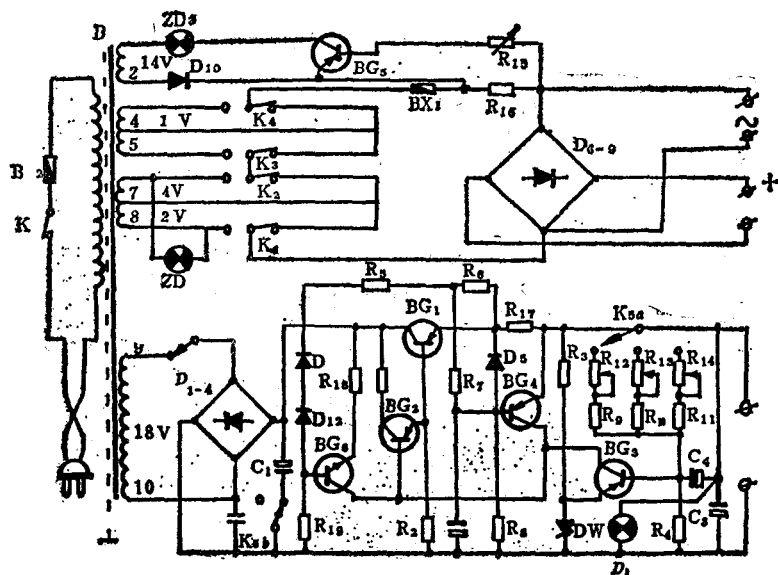


图1—7

电源。在串联型稳压电路中，为了自动维持输出电压的稳定，利用输出电压的变化控制三极管 BG_1 的基极电流，从而调节 BG_1 的C、E两极之间的电压，达到稳定输出电压的目的。 BG_1 组成单管直流放大器。稳压管 DW 和电阻 R_3 为 BG_3 提供基准电压。 R_{14} 、 R_{11} 和 R_4 （或 R_{13} 、 R_{10} 和 R_4 、 R_{12} 、 R_9 和 R_4 ）为取样电路。

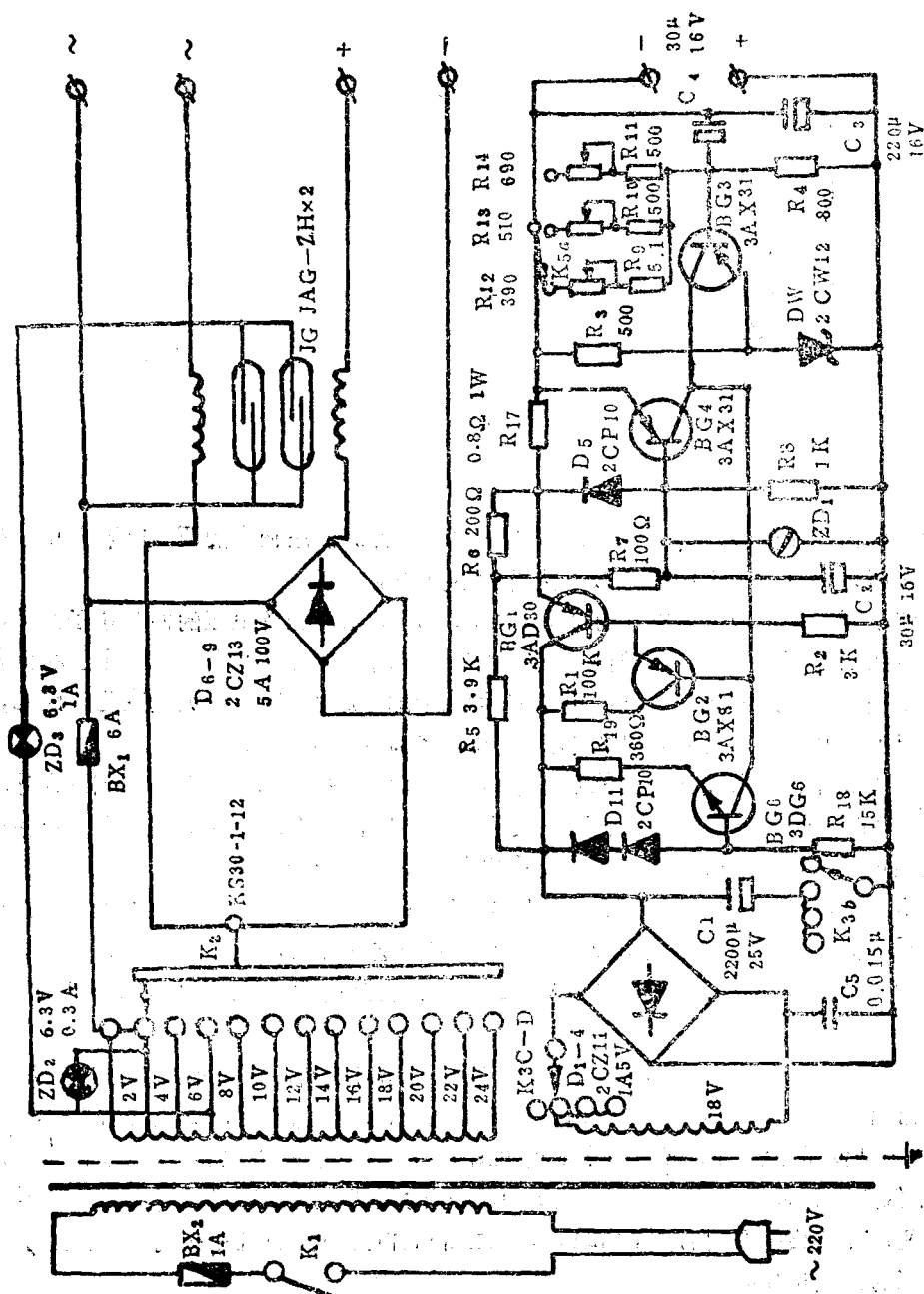
当输入电压增加（或因负载电流减小）而使输出电压增加时，取样电阻 R_4 上的电压随之增加。因为 BG_3 发射极的电位受稳压管控制是固定的，所以使得 BG_3 的 V_{be} 增加，集电极电流随之增加。集电极电流的增加引起集电极电位下降，因为 BG_3 的集电极和调整管（这里为复合管）的基极相连，从而引起调整管基极电位下降，基极电流减小。调整管基极电流减小，又导致集电极与发射极之间电压增加。因为调整管和负载为串联连接，输出电压的增加，经过一系列的反馈作用，导致了调整管集射极之间电压加大，从而使负载上电压恢复为原来的数值，保证了输出电压的稳定。

同理，当输入电压减小（或负载电流增加）使输出电压减小时，经过和前面相似的负反馈过程，导致调整管集、射极之间电压减小，使得输出电压仍然保持不变。

BG_4 、 D_5 、 R_{17} 、 R_8 、 R_5 、 R_6 、 R_7 等元件组成截流式保护电路。 D_5 、 R_8 为 BG_4 的基极提供基准电压， R_{17} 为取样电阻。当输出电路正常时， R_{17} 上的电压较小， BG_4 处于截止状态，保护电路不工作。当输出电流超过额定值时， R_{17} 上的电流增加，电压降增大，使 BG_4 导通。 BG_4 导通后，造成调整管基极、发射极之间电压下降，使调整管截止。调整管截止后， R_5 、 R_6 上有很高的电压，通过电阻 R_7 加到 BG_4 的基极，使 BG_4 可靠地自锁在导通状态， BG_4 的导通又反过来保证调整管可靠地截止。

BG_5 及 D_{11} 、 R_{18} 、 R_{10} 等元件组成恒流源负载。在正常状态下为 BG_{1-2} 基极提供稳定电流，以减弱 D_{1-4} 输出的纹波电压对 BG_{1-2} 基极的影响。同时，使 BG_3 处于良好的电压放大状态，达到提高输出电压稳定度的目的。

J1201—1型低压电源电路原理完全和J1201型相同，只是采用刷形开关代替钮子开关，进行低压交直流输出各档电压调节，其保护电路采用干簧管电路形式。图1—8为J1201—1型低压源的电原理图。



图一

三、使用方法

J1201型低压电源的面板控制器排列见图1—9。

(1) 将电源插头接入电源，开启电源开关，指示灯亮，就可以使用。

(2) 交流低压输出：面板上标有“交流6A”的两个接线柱是低压交流输出端，输出50Hz的低压交流电。

(3) 直流低压输出：面板上标有“直流6A”的两个接线柱是直流低压输出端，输出

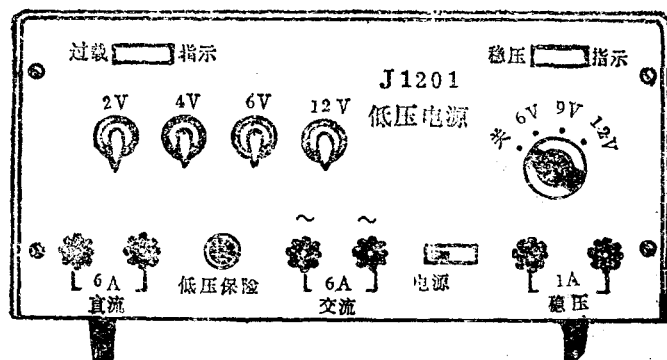


图1—9

脉动直流电。输出电压的控制与交流低压输出一样。在直流低压输出的两接线柱中，标有“+”的是正极，标有“-”的是负极，使用时不要接反。

(4) 钮子开关：面板上方标注有2V、4V、6V、12V标称电压的四只钮子开关，用来选择交直流输出电压的数值。开关向下拨为“关”，向上拨为“开”。输出电压的标称值等于各个向上拨的开关所标电压之和。由于实际输出值随负载不同有较大的变化，因此，要知道实际输出电压值，应在交流输出端并联一个30V交流电压表监测。

(5) 交直流输出过载指示：当输出正常时，过载指示灯不亮；当输出达到6A时，灯微亮；超过6A时，灯的亮度增加，表明已过载，应当停止使用，检查负载线路是否存在故障。如果继续过载，低压保险丝将熔断，使输出断路，过载指示灯熄灭。

(6) 稳压直流输出：面板上标有“稳压1A”的两个接线柱是稳压输出端。其中正极标“+”，负极标“-”。在不须用稳压输出时，稳压选择开关应放置在“关”的位置上。使用稳压输出时，把稳压选择开关拨向“6V”档，输出实际值即6V；拨向“9V”输出实际值即9V。

稳压输出额定电流是1A，当输出过载时，稳压指示灯变暗。输出电流超过1.5A时，指示灯熄灭，输出截止。故障排除后，指示灯自动复亮，也表明稳压输出恢复正常。

J1201—1型低压电源的面板控制器排列见图1—6，其使用方法和J1201型相同，只是J1201—1型低压电源采用刷形开关旋钮代替J1201型的钮子开关，进行低压交直流输出各档电压调节，刷形开关旋钮四周有2V到24V共十二档标称电压值，将旋钮拨到任一档的位置，即可取得相应的输出电压。

四、常见故障维修

(1) 仪器在使用时可串接电流表，以显示输出电流的数值。在长时间满载情况下使用时，要注意使仪器保持良好的通风和散热。

(2) 使用中为了不使各开关的触点烧损，应先按需要把各开关拨在相应位置，再打开电源。使用完毕，先关闭电源开关，再拨动其它开关至“关”的位置。

(3) 仪器面板上的“低压保险”为交直流过载保护用，规格为5A/φ5×20；“电源保险”为整机过载或短路保护用。保险丝的规格为1A/φ5×20。

(4) 常见故障维修如下表。

故障现象	原因	检修方法
1、工作指示灯不亮 2、工作指示灯亮但无输出	1、电路有短路 2、电源保险丝熔断	1、排除短路 2、换新熔丝管
直流输出电压过低	整流管击穿或开路	1、检查整流管焊点 2、调换整流管
稳压指示灯过亮或烧毁	1、稳压管开路或损坏使输出电压过高 2、调整管击穿短路	调换新管
稳压输出偏移	1、线绕电位器松动 2、取样管不稳定有漂移	1、调节电位器、旋紧螺母 2、换BG ₃
纹波电压升高	C ₁ 或C ₃ 电解电容失效或开路	调换新电容

表1—1 元件表

编号	规格	编号	规格
R ₁	100Ω	R ₁₃	510Ω1W
R ₂	2K	R ₁₄	690Ω1W
R ₃	300Ω—510Ω*	R ₁₅	2.2K
R ₄	510Ω—820Ω*0.5W	R ₁₆	0.1Ω10W(线绕)
R ₅	3.9K	R ₁₇	0.8Ω2W(绕线)
R ₆	200Ω	R ₁₈	300Ω
R ₇	100Ω	R ₁₉	2K
R ₈	1K	C ₁	2000μ25V
R ₉	5.1Ω	C ₂	30μ16V
R ₁₀	100Ω—300Ω*	C ₃	220μ16V
R ₁₁	300Ω—510Ω*	C ₄	30μ16V
R ₁₂	300Ω1W	C ₅	0.015μ160V

*表中所示值为参考数，待调试后确定。

表1—3 元件表

编号	规格	编号	规格
ZD ₂	6.3V	B ₁	5A(φ5×20mm)
ZD ₁ ZD ₃	12V	B ₂	1A(φ5×20mm)

表1—2 元 件 表

编 号	规 格	编 号	规 格
BG ₁	3 AD30	D ₁₋₄	2 CZ11
BG ₂	3 AX81	D ₅	2 CP
BG ₃	3 AX81	D ₆₋₉	2 CZ13×4
BG ₄	3 AX81	D ₁₀	2 CP
BG ₅	3 AX81	D ₁₁₋₁₂	2 CP
BG ₆	3 DG 6	DW	2 CW

第三节 J1202型学生电源

一、概述

1. 用途 J1202型学生电源, 主要供中学物理教学中学生分组实验使用。其外型如图1—10所示。

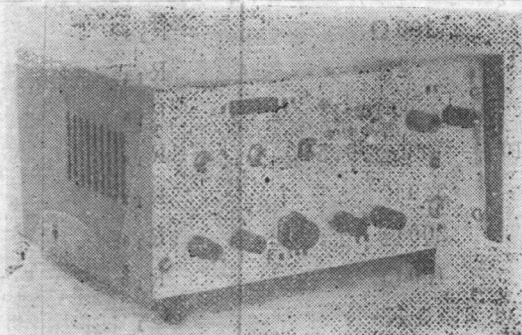


图1—10 J1202型学生电源外型

2. 主要技术指标

(1) 交流输出: 输出电压: 标称值 2~14V, 每 2V 一档, 共七档。空载最高输出电压不超过 17V; 满载各档电压不超过标称值。1V、2V 档不作要求。输出电流最大 2A, 有过载指示。

(2) 直流输出: 输出电压: 标称值 2~14V, 每 2V 一档, 共七档。满载各档电压比标称值不低于 $0.1U_{\text{标}} + 1.6V + 0.6V$ ($U_{\text{标}}$ 为各档相应的标称电压值)。2V 档不作要求。最大输出电流 2A, 有过载指示。

(3) 直流稳压输出: 输出电压为 6V。当电源电压变化 $\pm 10\%$ 时, 输出电压变化 $\leq 0.3V$ 。输出电流 $\leq 300\text{mA}$ 。当输出电流大于 500mA 时, 输出即自动保护。输出纹波电压 $\leq 20\text{mV}$ 。

二、电路原理

J1202型学生电源电路原理图如图1—11所示。由图可见，J1202型学生电源与J1201型低压电源的电路基本相同。

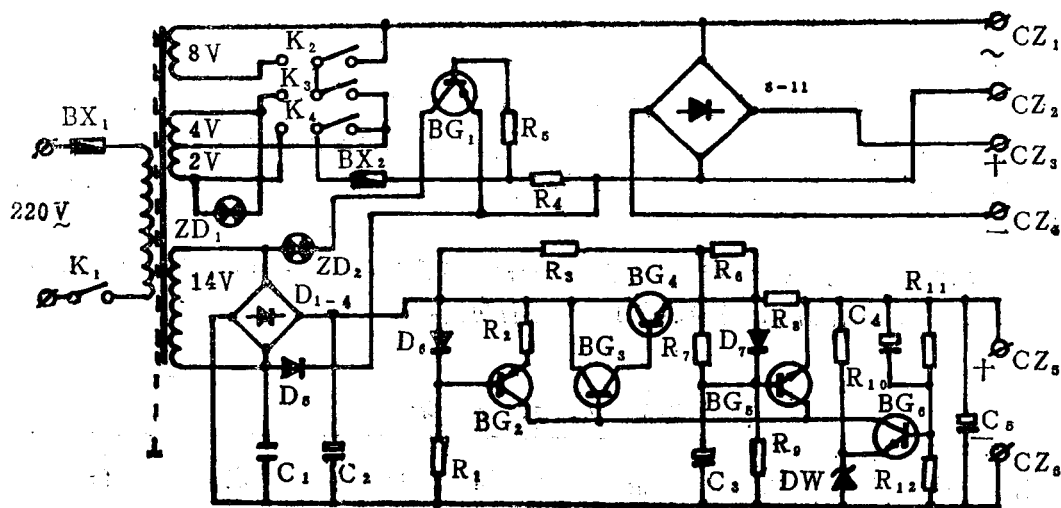


图1—11

(1) 低压交、直流输出：交流电经变压器降为低压，供交流低压输出，再经 D_{8-11} 组成的桥式整流电路整流后为直流输出。低压交直流输出由 K_2 、 K_3 、 K_4 控制，可获得不同大小的电压输出。其中 BG_1 是交、直流低压部分的电流取样管。

(2) 直流稳压输出：由变压器经另一绕组变压，再经 D_{1-4} 组成的桥式整流电路整流后，接至串联式稳压电路，输出稳定直流电。其中 BG_3 、 BG_4 组成复合调整管， BG_6 是放大管。 BG_2 是恒流管，作 BG_6 的有源负载用。稳压管 DW 作基准电源用， R_{11} 、 R_{12} 为取样电阻。 BG_5 是保护管。

由于 BG_3 、 BG_4 采用硅管，所以输出电压的极性与低压电源相反。

三、使用方法

J1202型学生电源的面板控制器排列见图1—12。

(1) 将电源线插头插入电源，开启电源开关，指示灯亮，整机可以工作。

(2) 交流低压输出：将负载与面板上标有“交流2A”的两接线柱连接。输出电压的标称值等于向上板的钮子开关所示的电压之和。

(3) 直流电压输出：将负载与面板上标有“直流2A”的两接线柱连接（正

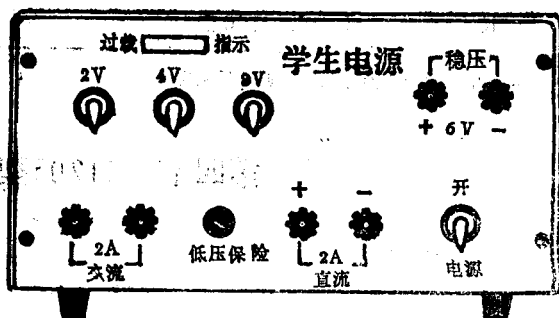


图1—12

负极不要接反)。根据所需要电压值来拨动钮子开关组。

(4) 交、直流输出有过载指示和低压保险丝。交、直流额定输出电流均为 2 A, 当输出达到 2 A 时, 过载指示灯开始发光; 输出达 2.5 A 时, 灯光明亮; 输出达 3 A 左右, 低压保险丝即自行熔断。

(5) 直流稳压输出: 将负载与面板上标有“稳压 6 V”输出的两接线柱连接, 可获得 6 V 稳压输出, 输出额定电流为 300 mA。当负载电流超过 500 mA 或短路时, 电路自动截止。

四、常见故障维修

(1) J1202 型学生电源交、直流和稳压输出可同时使用。但总功率不得超过 28 伏安。

(2) 高压保险丝和低压保险丝熔断的主要原因是输出过载或短路, 待故障排除后, 再换上同规格的保险丝。开启电源开关, 指示灯亮而无交流输出, 应先检查低压保险丝是否完好。

(3) 使用一段时间后, 如出现故障, 应先检查调整管, 稳压管和电解电容是否完好。

(4) 如发现元件损坏, 可参照表 1—4 进行更换。

表 1—4 元 件 表

编 号	规 格	编 号	规 格
BG ₁₋₂	3 AX31	R ₈	用 $\phi 0.3$ mm 的康铜丝自制,
BG ₃	3 DG 6		约 3 Ω
BG ₄	3 DD 4	R ₉	1 K
BG ₅₋₆	3 DG 6	R ₁₀	500 Ω 0.25 W
D ₁₋₇	2CZ53C	R ₁₁	470 Ω 0.25 W*
D ₈₋₁₁	2CZ57C	R ₁₂	1 K 0.25 W
R ₁	1.5 K	C ₁	0.1 μ
R ₂	330 Ω 0.25 W	C ₂	470 μ 16 V
R ₃	3.9 K	C ₃	10 μ / 6 V
R ₄	用 $\phi 0.7$ mm 的康铜丝 自制, 约 0.3 Ω	C ₄	10 μ / 10 V
R ₅	10 Ω *	C ₅	100 μ 16 V
R ₆	200 Ω	ZD ₁₋₂	6.3 V 100 mA
R ₇	100 Ω	BX ₁	0.5 A ($\phi 5 \times 20$ mm)
		BX ₂	2 A ($\phi 5 \times 20$ mm)

* 表中所示值为参考数, 待调试后确定。

第四节 J1205 型直流高压电源

一、概述

1. 用途 J1205 型直流高压电源, 主要供中等学校理科教学中进行演示实验用, 并可作为实验室的电源设备。其外形如图 1—13 所示。

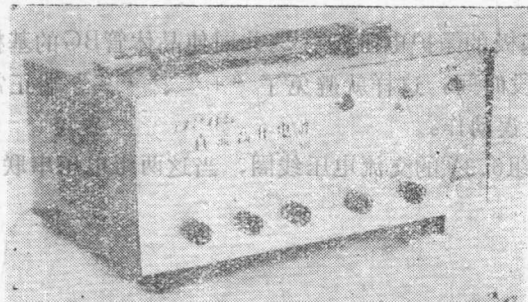


图1-13 J1205直流高压电源外型

2. 主要技术指标

(1) 直流输出: 输出电压共两档。1档—标称值250V, 空载时 $320V \pm 5\%$, 满载时 $250V \pm 5\%$; 2档—标称值300V, 空载时 $400V \pm 5\%$, 满载时 $300V \pm 5\%$; 输出电流—最大0.2A; 输出纹波电压 $\leq 0.5V$; 过载保护动作电流 $-0.25 \pm 0.01A$ 。

(2) 交流输出: 输出电压—标称值 $2 \times 6.3V$, 满载时每組 $6.3V \pm 5\%$; 输出电流—每組均为最大2A。

二、电路原理

电原理图如图1-14所示。220V的交流电经变压器在次级线圈上获得交流高压输出, 分为250V和300V两档, 由开关 K_2 选择。交流高压经由 D_{1-4} 组成的桥式整流电路和 C_1 、 ZL 、 C_2 组成的 π 型滤波器, 在输出端获得直流高压输出。

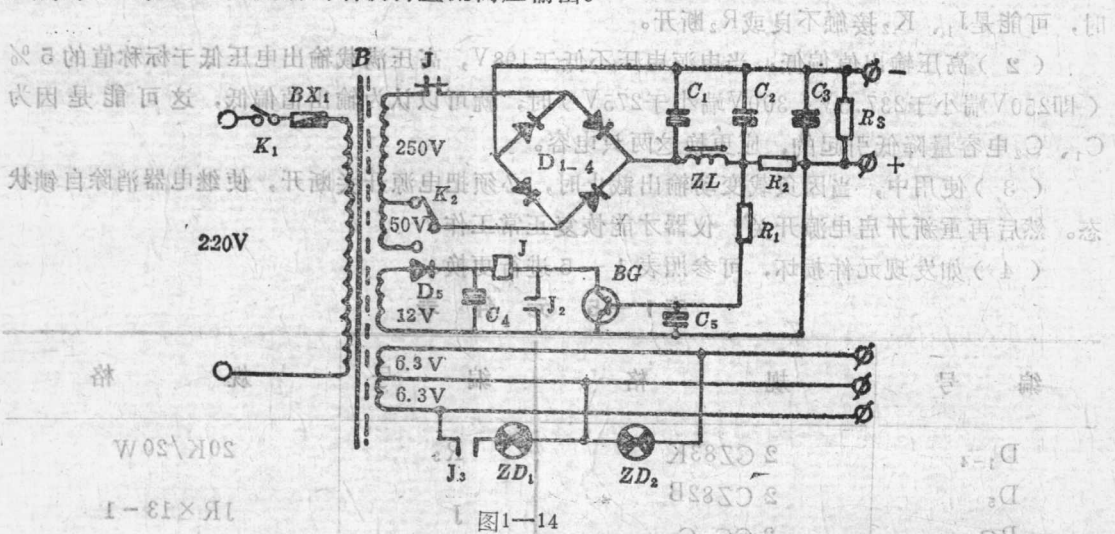


图1-14

过载自动保护电路主要由12V线圈, D_5 、继电器 J 、三极管 BG 及 R_1 、 R_2 、 C_5 等组成。 BG 起开关管作用。当直流输出电流正常时, 取样电阻 R_2 上的电压降不大, BG 截止, 继电器 J 中没有电流流过, 保护电路不工作。当输出端因负载变动或不慎短路, 电流骤然变大时, R_2 上的电压降随着增大, 这个电压推动 BG , 使其导通, 继电器 J 的电磁线圈有电流通过, 结果使 J_1 的常闭触点断开, 切断交流高压输出, 使整流电源得到保护, 与此同时触点 J_2 闭合, 使线圈经 D_5 、继电器 J 和触点 J_2 形成闭合回路, 保证继电器 J 在取样电阻 R_2 上电压消失的情况下仍然有电流流过, 即保证继电器工作在自锁状态, 此时触点 J_3 也闭合, 使过载指示灯