



中国电子教育学会

全国大学生电子设计竞赛陕西赛区

# 2017赛前技术交流研讨会

## 电源类赛题的培训与应对

陕西赛区专家组  
火箭军工程大学

正生

2017-03-11

PPT建立日期: 2017-02-06 修定时间: 2017-03-11T05:40:55



# 主要内容

- 一、历年电源赛题
- 二、电源赛题特点
- 三、历年赛题简析
- 四、赛前培训内容
- 五、参赛应对措施
- 六、测评注意事项



# 一、历年电源赛题

## 应当重视电源类题目的培训与应对

陕西赛区获瑞萨杯

1. 1994A: 简易数控直流电源
2. 1997A: 直流稳定电源
3. 2005F: 数控恒流源
4. 2005G: 三相正弦波变频电源
5. 2007E: 开关稳压电源
6. 2009A: 光伏并网发电模拟装置
7. 2009E: 电能收集充电器
8. 2011A: 开关电源模块并联供电系统
9. TI2012CG: 简易直流电子负载
11. 2013A: 单相AC-DC变换电路
12. 2013J: 直流稳压电源及漏电保护装置
13. TI2014F: 电能无线传输装置
14. 2015A: 双向DC-DC变换器
15. 2015H: LED闪光灯电源
16. TI2016A: 降压型直流开关稳压电源
17. TI2016D: 单相正弦波变频电源

- 电源类题目是大学生电子设计竞赛中非常重要的一类。
- 在过去的竞赛中，电源类赛题已出现17道题目，其中全国本科10道，高职2道；TI本科4道，高职1道。
- 从2005年，每届都至少会有一道电源类的题目。

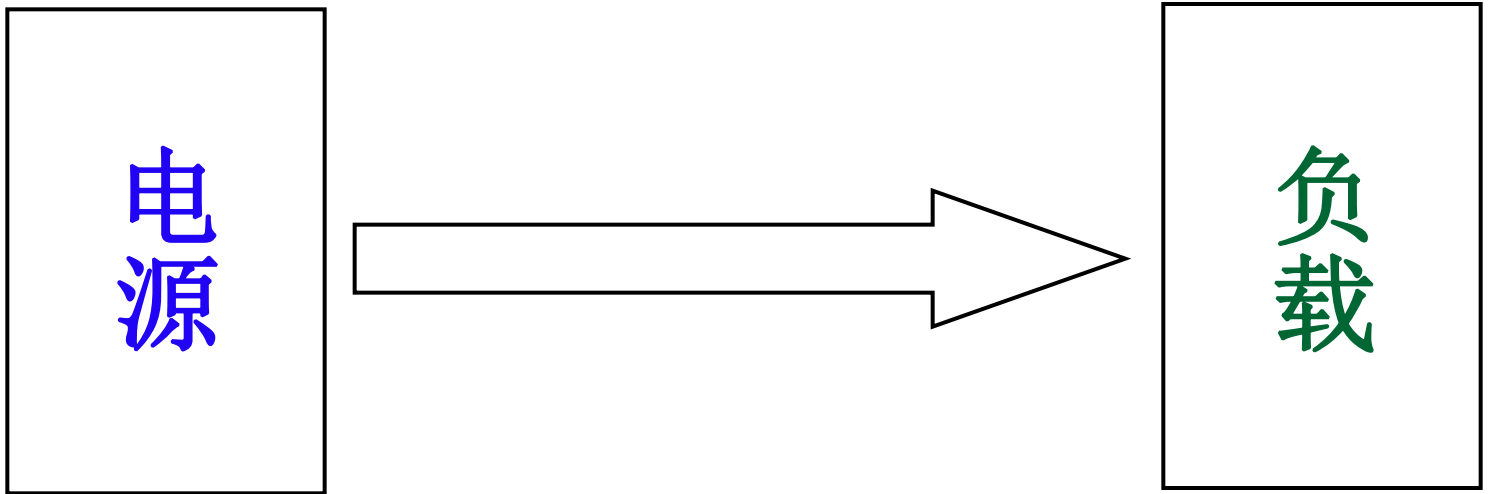


## 二、电源赛题特点

### 1. 赛题中的电源

- 中华人民共和国电子行业标准
- 《电子电源术语及定义(SJ/T11070)

第四机械工业部—1963  
电子工业部 —1982  
机械电子工业部—1988  
电子工业部 —1993  
信息产业部 —1998  
工业和信息化部—2008





## 二、电源赛题特点

### 1. 赛题中的电源

- 中华人民共和国电子行业标准
- 《电子电源术语及定义(SJ/T1670—2001)》

动能  
势能  
热能  
化学能  
核能  
太阳能

一次电源

风力发电机  
水力发电机  
火力发电机  
燃油发电机  
核能发电机  
太阳能电池  
化学电池

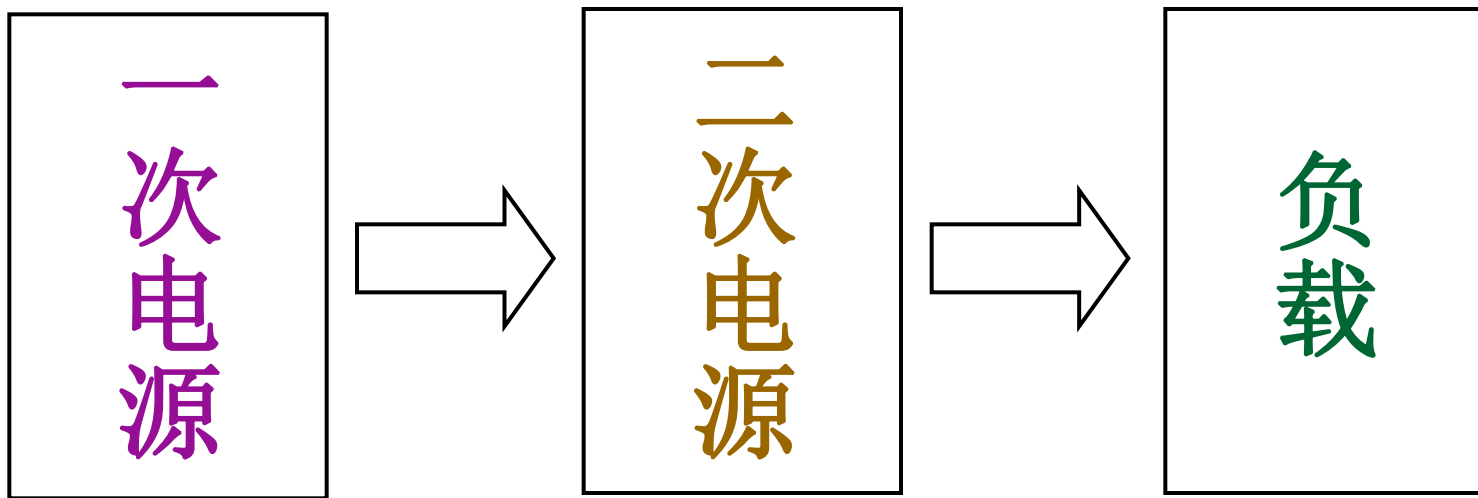
负载



## 二、电源赛题特点

### 1. 赛题中的电源

- 中华人民共和国电子行业标准
- 《电子电源术语及定义(SJ/T1670—2001)》

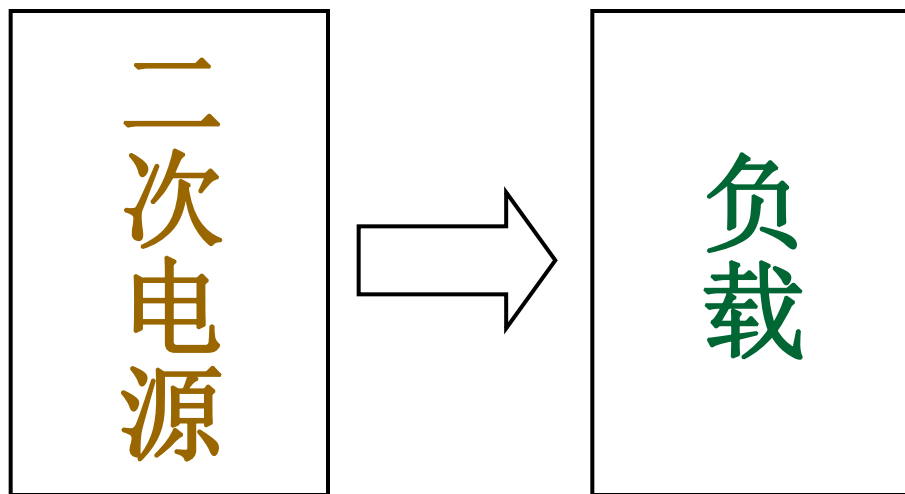




## 二、电源赛题特点

### 1. 赛题中的电源

- 中华人民共和国电子行业标准
- 《电子电源术语及定义(SJ/T1670—2001)》

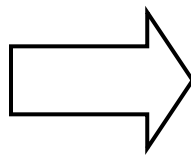
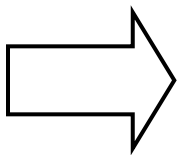




## 二、电源赛题特点

### 2. 赛题电源的主要类别

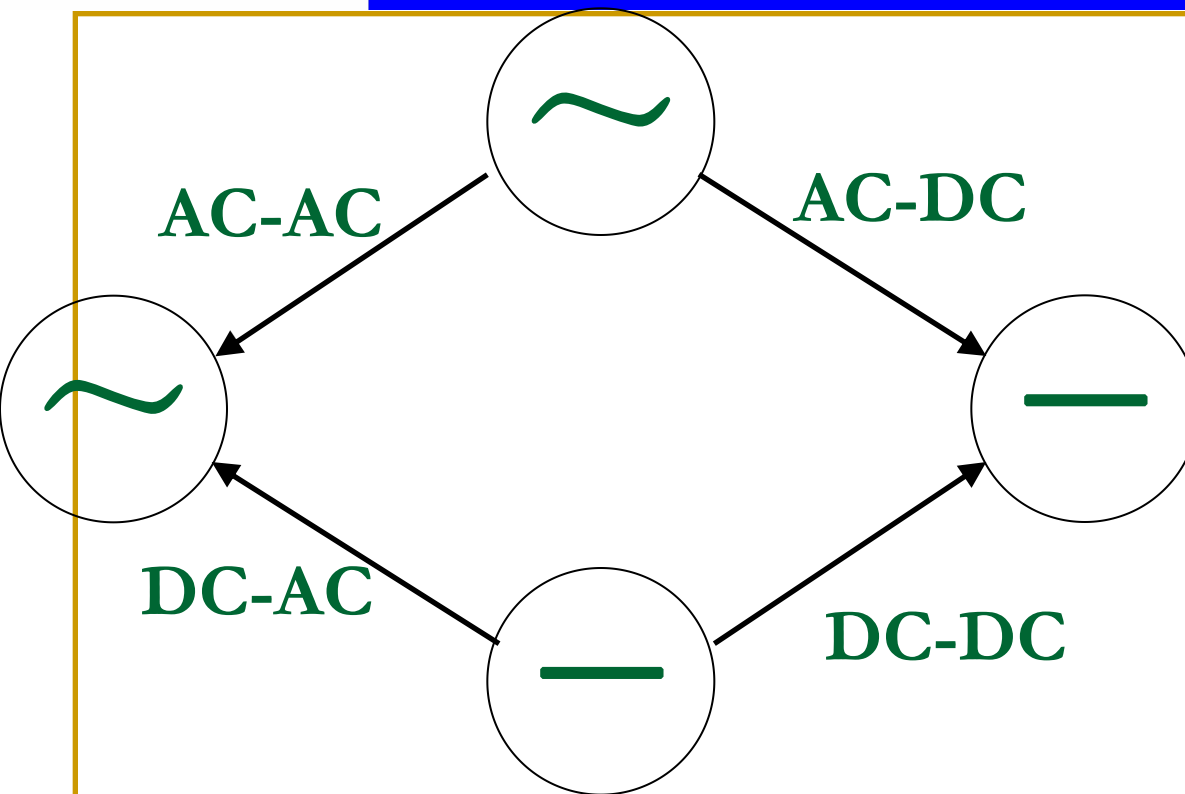
- 恒压源是相对于影响量的变化能稳定输出电压的电源。
- 恒流源是相对于影响量的变化能稳定输出电流的电源。





## 二、电源赛题特点

### 2. 赛题电源的主要类别



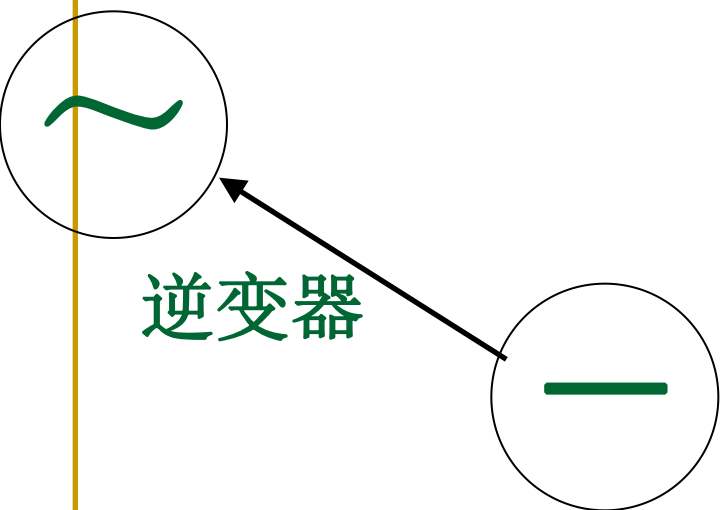
- 电源变换电路是一种功率电子线路。谢嘉奎先生按电源能量的不同转换方式，将其分成四类。





## 二、电源赛题特点

### 2. 赛题电源的主要类别

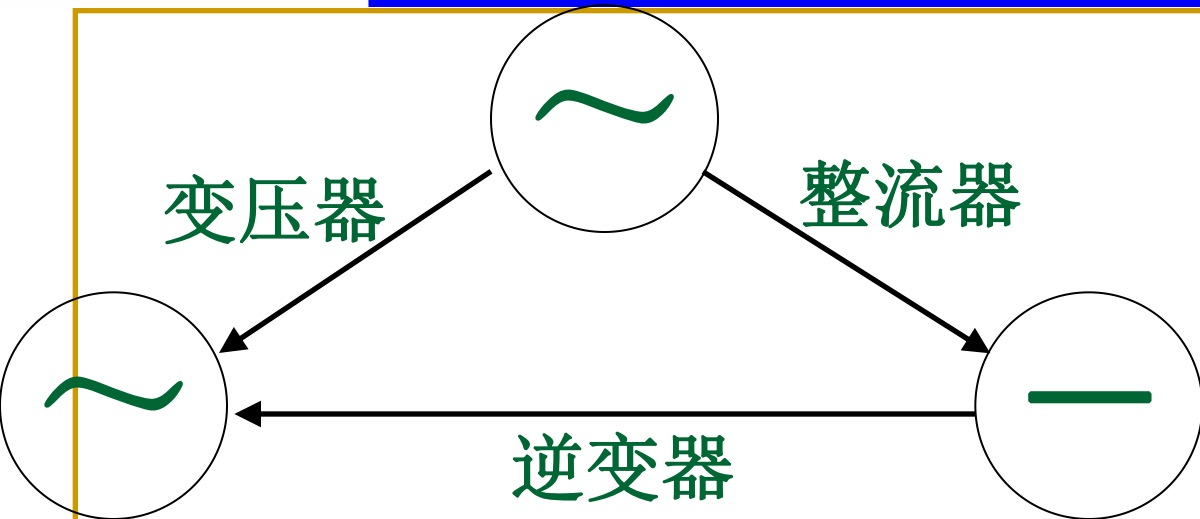


- **DC-AC**
- 逆变器(振荡器)



## 二、电源赛题特点

### 2. 赛题电源的主要类别

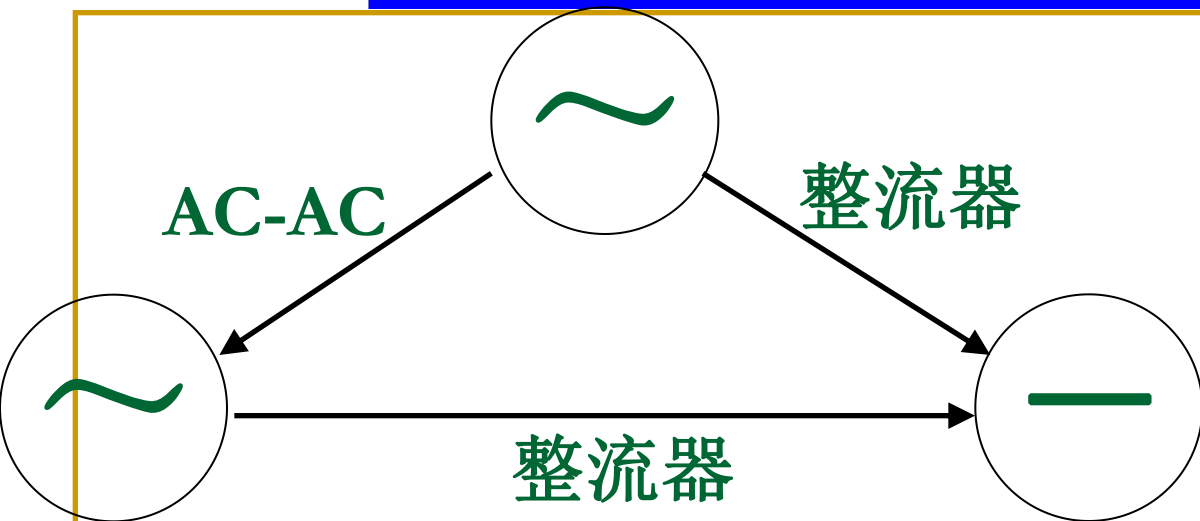


- **AC-AC**
- 电磁变压器、电子变压器、电子镇流器、变频器



## 二、电源赛题特点

### 2. 赛题电源的主要类别

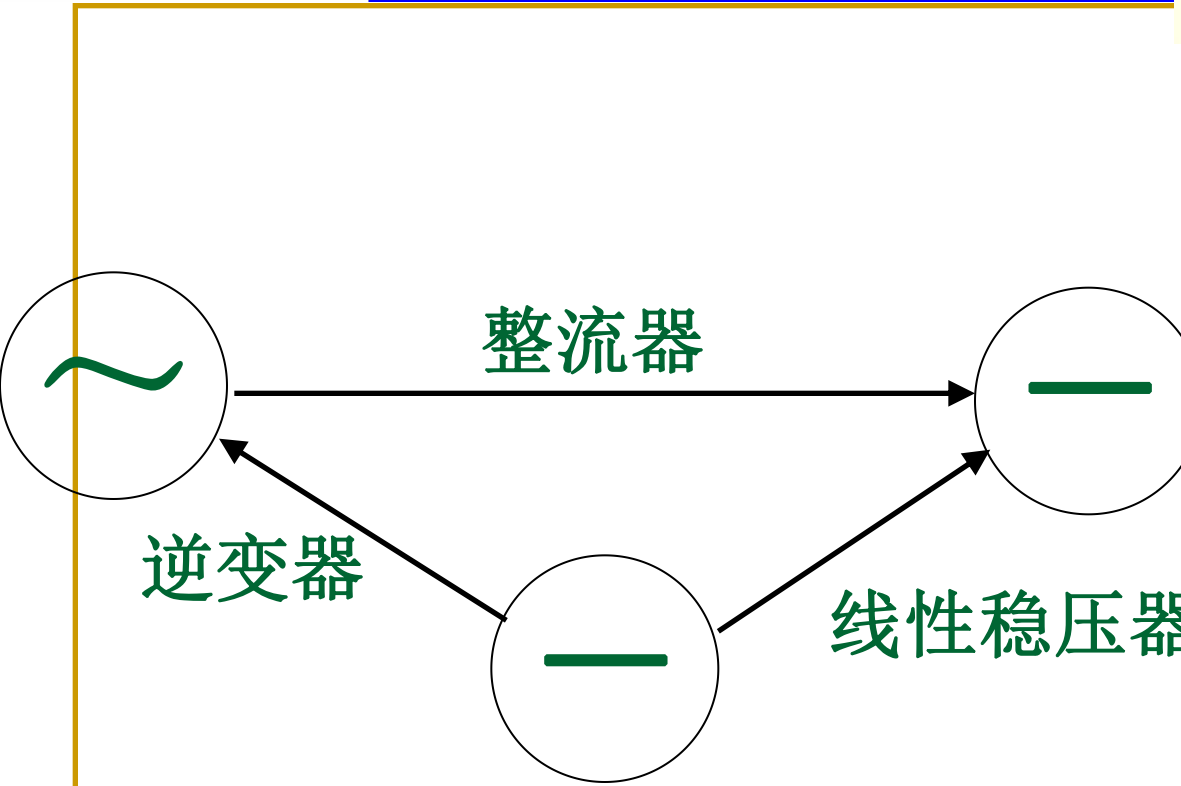


- **AC-DC**
- **整流器、变压器+整流器、AC/DC**

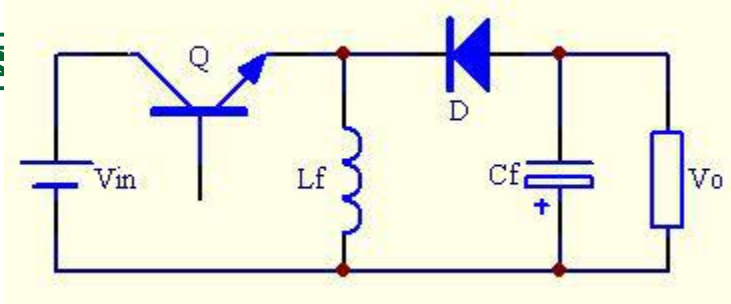
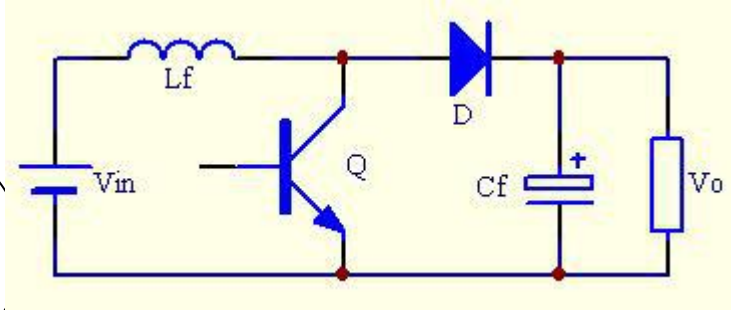
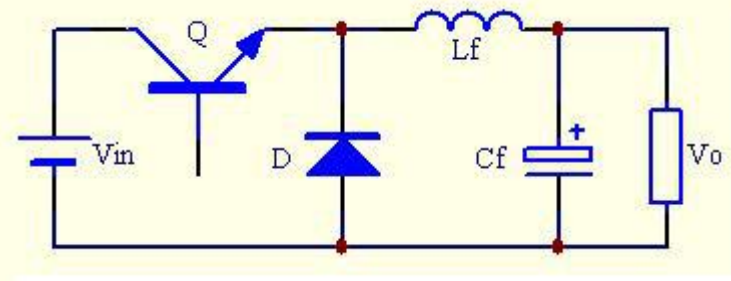


# 二、电源赛题特点

## 2. 赛题电源的主要类型



- DC-DC
- 线性稳压器、DC/DC

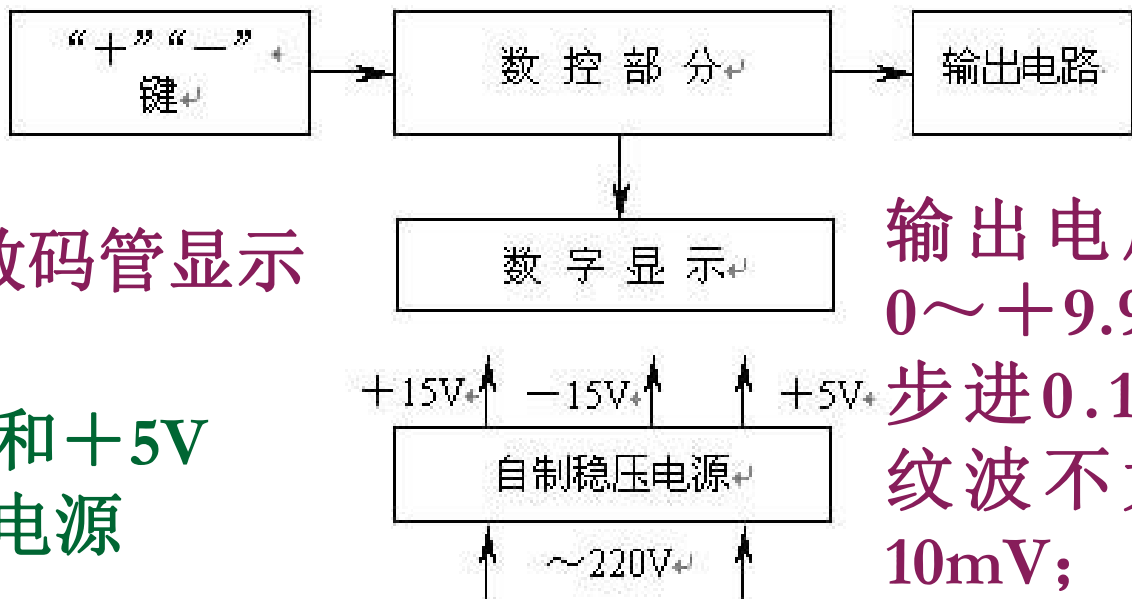




# 三、历年赛题简析

## 1. 1994A: 简易数控直流电源

键控步进增减



输出电压值由数码管显示

自制 $\pm 15\text{V}$ 和 $+5\text{V}$   
直流稳压电源

输出电压：  
 $0\sim+9.9\text{V}$ ，  
步进 $0.1\text{V}$ ，  
纹波不大于  
 $10\text{mV}$ ；  
输出电流：

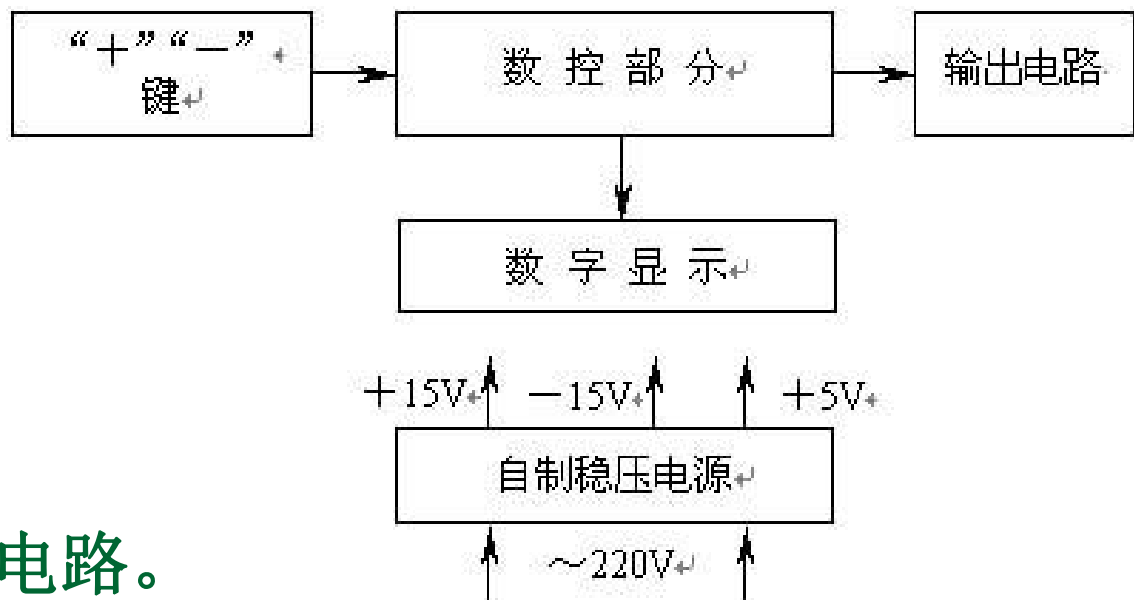
发挥

- (1)输出电压可预置在 $0\sim 9.9\text{V}$ 之间的任意值； $500\text{mA}$
- (2)用自动扫描代替人工按键，实现输出电压变化（步进 $0.1\text{V}$ 不变）；
- (3)扩展输出电压种类（比如三角波等）。



# 三、历年赛题简析

## 1. 1994A: 简易数控直流电源



这是一个整流电路。

(1) 由于当年开关电源还比较稀少，故自制稳压电源多采用线性电源方案；

(2) 数控和显示部分用单片机比较方便，用中小规模数字集成电路实现则比较麻烦；

(3) 输出级用推挽电路比跟随器跟踪效果好一些。



# 三、历年赛题简析

## 2. 1997A: 直流稳定电源

- (1)稳压电源
  - a. 输出电压可调范围为+9V~+12V
  - b. 最大输出电流为1.5A
  - c. 电压调整率 $\leq 0.2\%$
  - d. 负载调整率 $\leq 1\%$
  - e. 纹波电压（峰-峰值） $\leq 5\text{mV}$
  - f. 效率 $\geq 40\%$
- (2)稳流电源：4~20mA可调，负载调整率 $\leq 1\%$
- (3)DC-DC：输出电压为+100V；输出电流为10mA；电压调整率 $\leq 1$ ；负载调整率 $\leq 1\%$ ；纹波电压（峰-峰值） $\leq 100\text{mV}$





# 三、历年赛题简析

## 2. 1997A: 直流稳定电源

- 本题包含了整流电路和DC-DC电路。
- (1)稳压电源
  - 可以采用AC-DC稳压电源和线性稳压电路两级稳压的方案，以获得较高的效率和较小的纹波。
- (2)稳流电源
  - 可以采用可调三端稳压器LM317实现，也可以用运放实现，后者便于程序控制。
- (3)DC-DC
  - 升压DC-DC可使用任意结构，但可能都需要升压变压器。纯Boost可能没法完成11倍升压。



# 三、历年赛题简析

## 3. 2005F: 数控直流电流源

可设置并显示输出电流给定值

显示器

键控步进增减

键盘

控制器

电流源

负载

电源

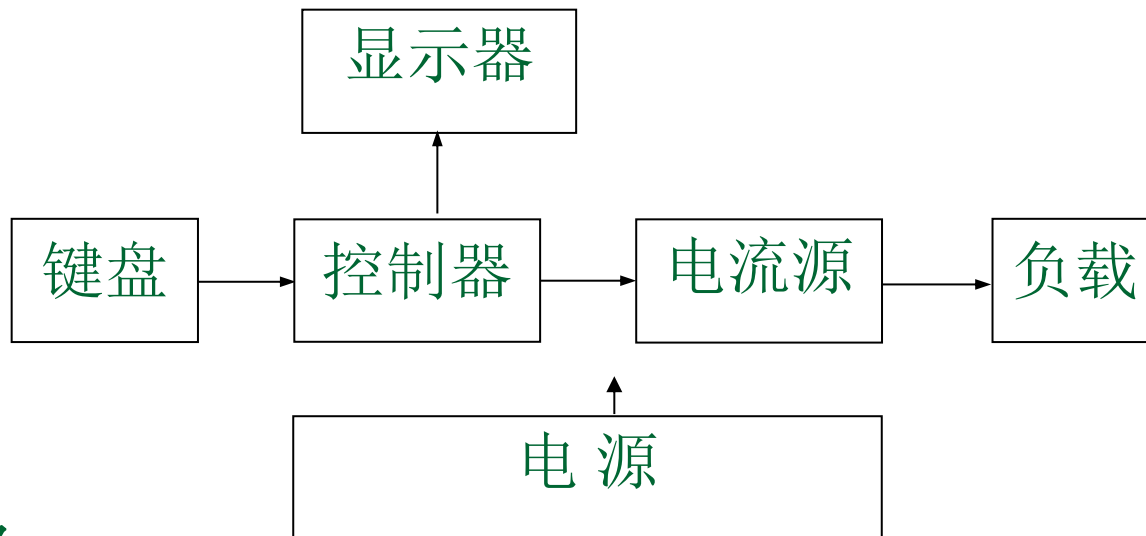
输出电流范围：200~2000mA

纹波电流： $\leq 2\text{mA}$



## 三、历年赛题简析

### 3. 2005F: 数控直流电流源



这是一个整流电路。

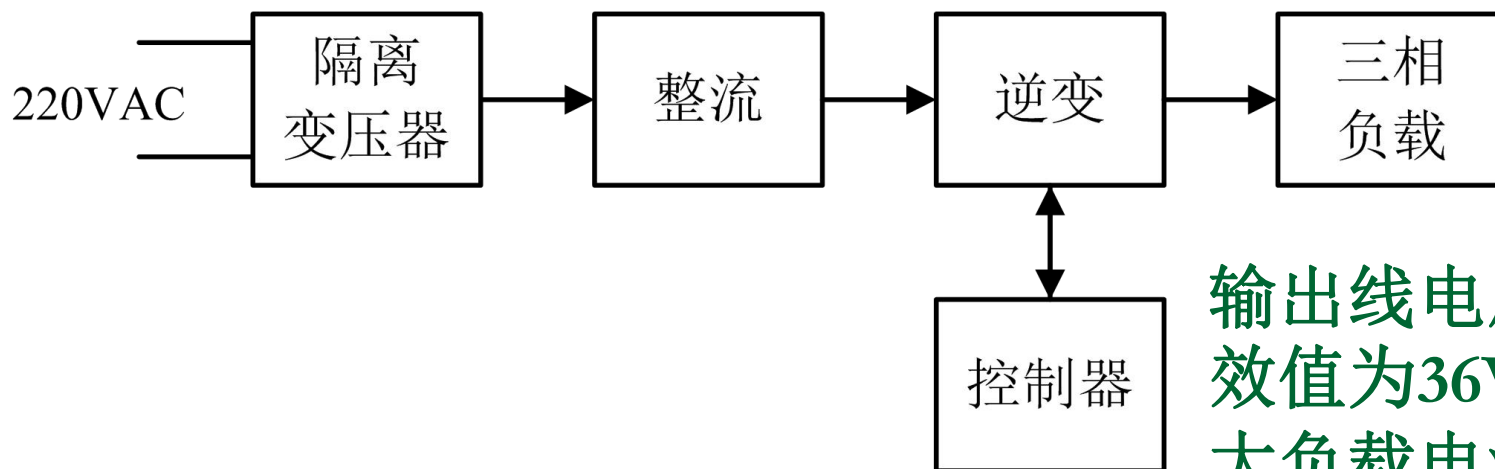
主电源可以是线性的，也可以是开关电源。

恒流数控以采用单片机闭环控制为好。



### 三、历年赛题简析

#### 4. 2005G: 三相正弦波变频电源



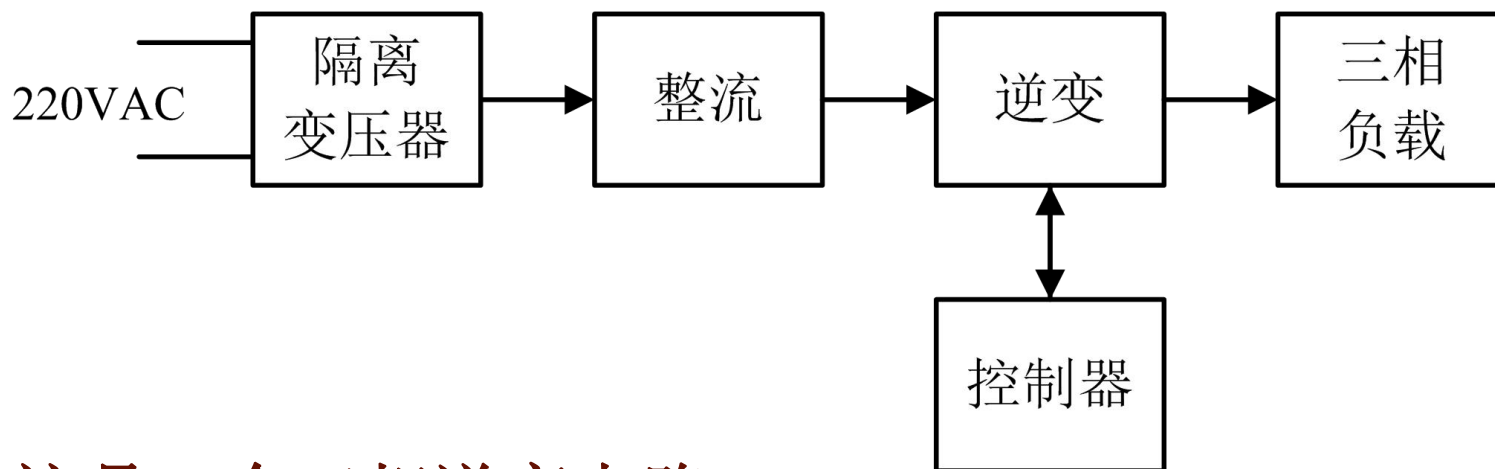
输出线电压有效值为36V，最大负载电流有效值为3A，输出频率范围为20Hz~100Hz

不能使用产生SPWM（正弦波脉宽调制）波形的专用芯片



## 三、历年赛题简析

### 4. 2005G: 三相正弦波变频电源



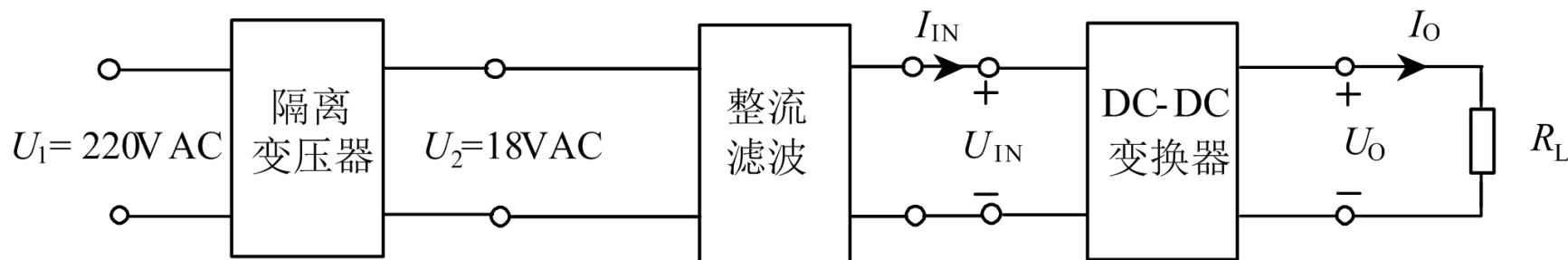
这是一个三相逆变电路。

由于不能使用产生SPWM波形的专用芯片，所以必须用单片机等产生需要的SPWM信号，控制IGBT等功率器件获得三相正弦波形。



### 三、历年赛题简析

#### 5. 2007E: 开关稳压电源

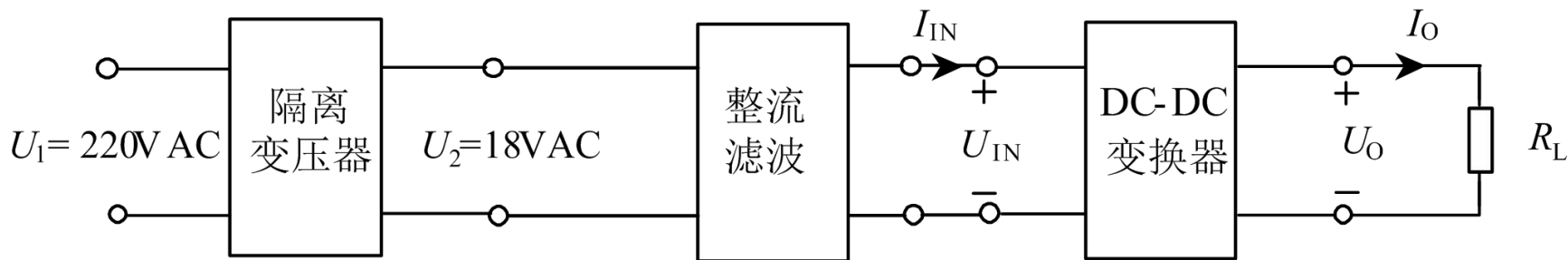


- ① 输出电压  $U_O$  可调范围:  $30V \sim 36V$ ;
- ② 最大输出电流  $I_{Omax}$ :  $2A$ ;
- ③ 电压调整率  $S_U \leq 2\%$ ;
- ④ 负载调整率  $S_I \leq 5\%$ ;
- ⑤ 输出噪声纹波电压峰-峰值  $U_{OPP} \leq 1V$ ;
- ⑥ DC-DC变换器的效率  $\geq 70\%$ ;
- ⑦ 具有过流保护功能, 动作电流  $I_{O(th)} = 2.5 \pm 0.2A$ 。



### 三、历年赛题简析

#### 5. 2007E: 开关稳压电源

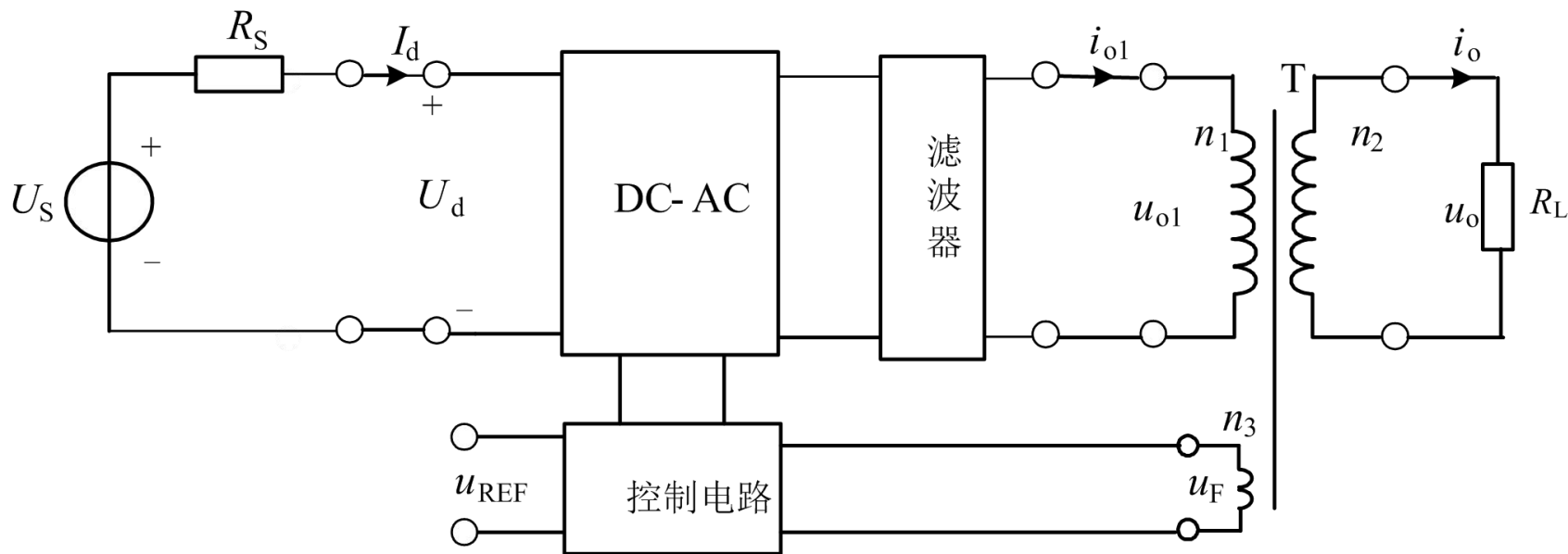


这是一个升压型DC-DC，核心电路结构是Boost电路。



### 三、历年赛题简析

## 6. 2009A: 光伏并网发电模拟装置



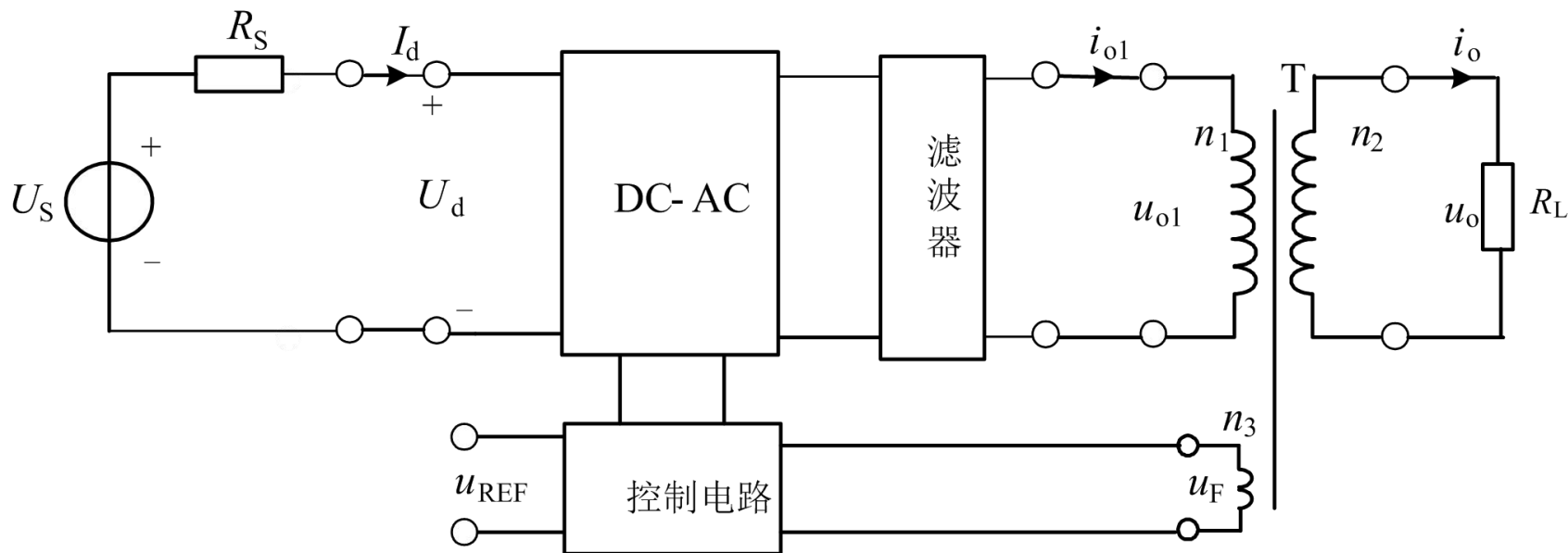
- (1) 具有最大功率点跟踪 (MPPT) 功能
- (2) 具有频率跟踪功能
- (3) 变换效率  $\geq 60\%$





### 三、历年赛题简析

#### 6. 2009A: 光伏并网发电模拟装置



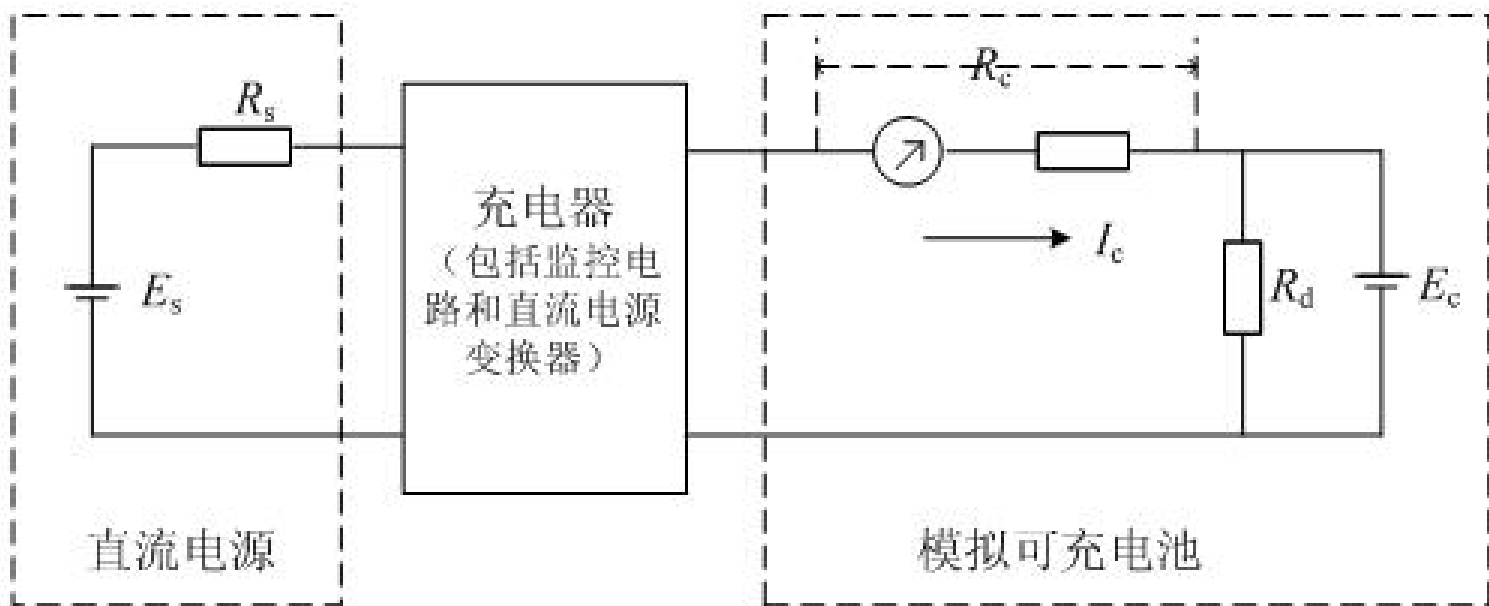
这是一个DC-AC逆变电路。

(1) 最大功率点跟踪功能和频率跟踪功能可以使用单片机实现。

(3) SPWM波的产生可以从底层做起，也可使用现成的芯片。

## 三、历年赛题简析

### 7. 2009E: 电能收集充电器

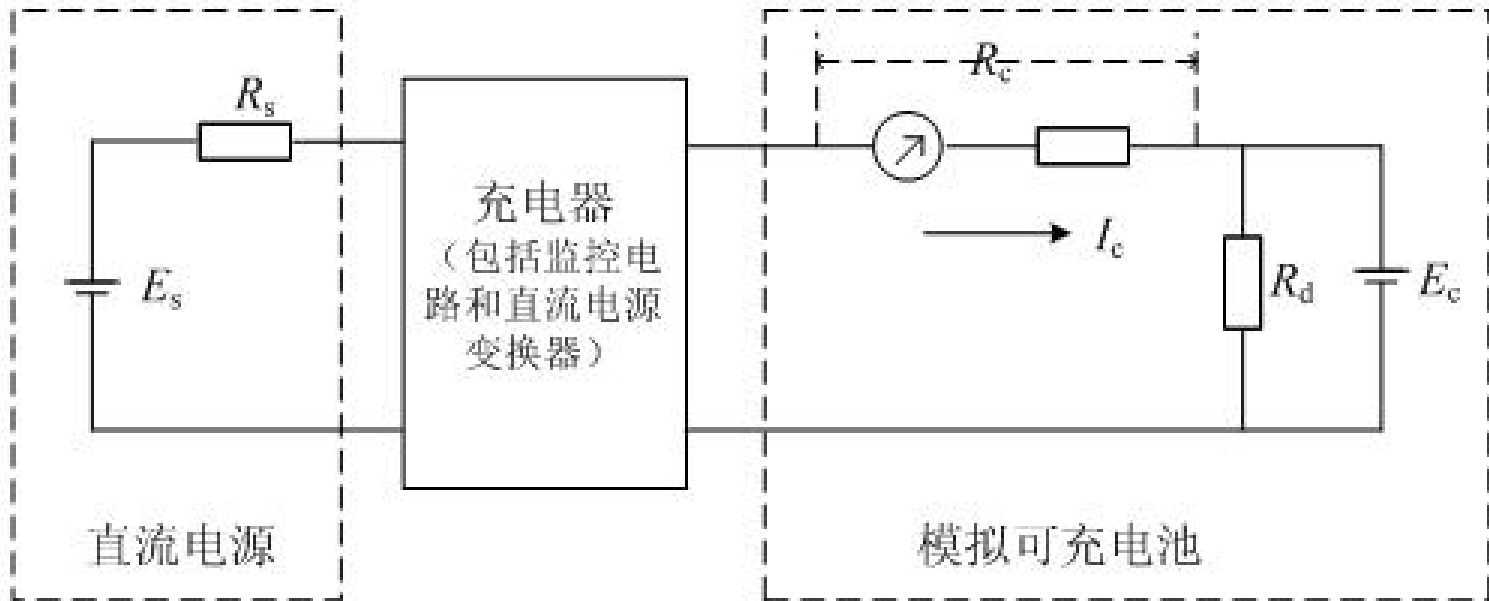


- (1) 充电电流尽量大。
- (2) 可充电电压尽可能低。
- (3) 启动充电功能的电压尽可能低。



### 三、历年赛题简析

#### 7. 2009E: 电能收集充电器

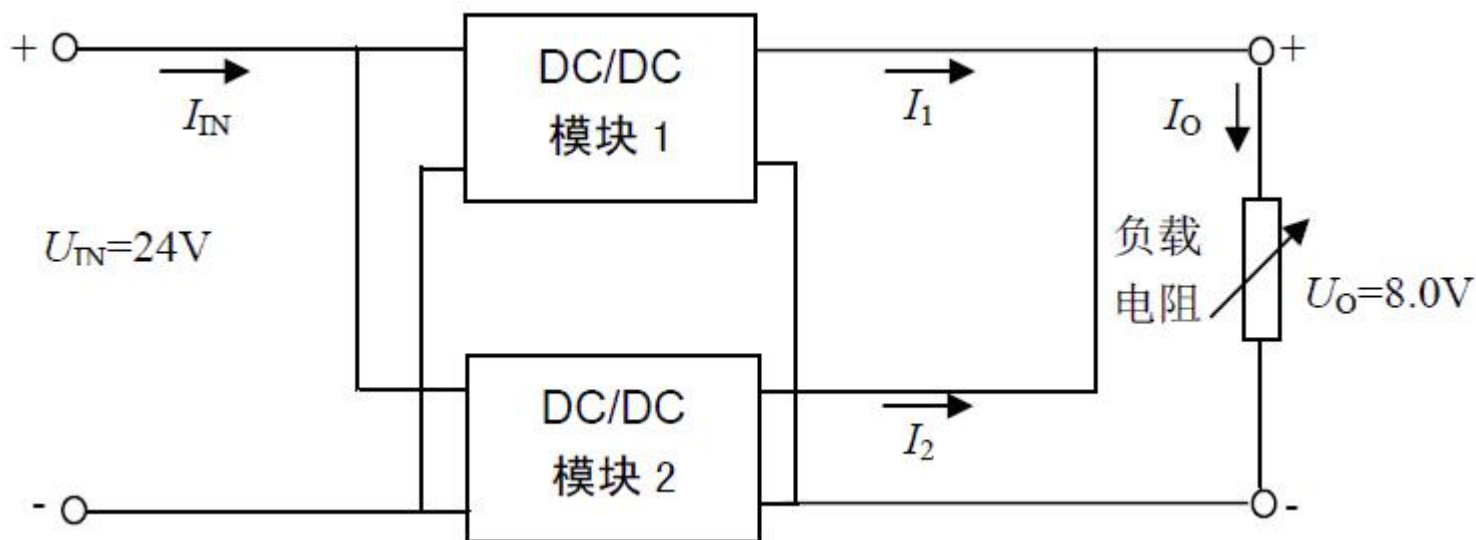


这是一个升压型DC-DC，核心电路结构是Boost电路。为了使电路能在较低电压下工作，应使用启动电压低的DC-DC芯片。



### 三、历年赛题简析

#### 8. 2011A: 开关电源模块并联供电系统

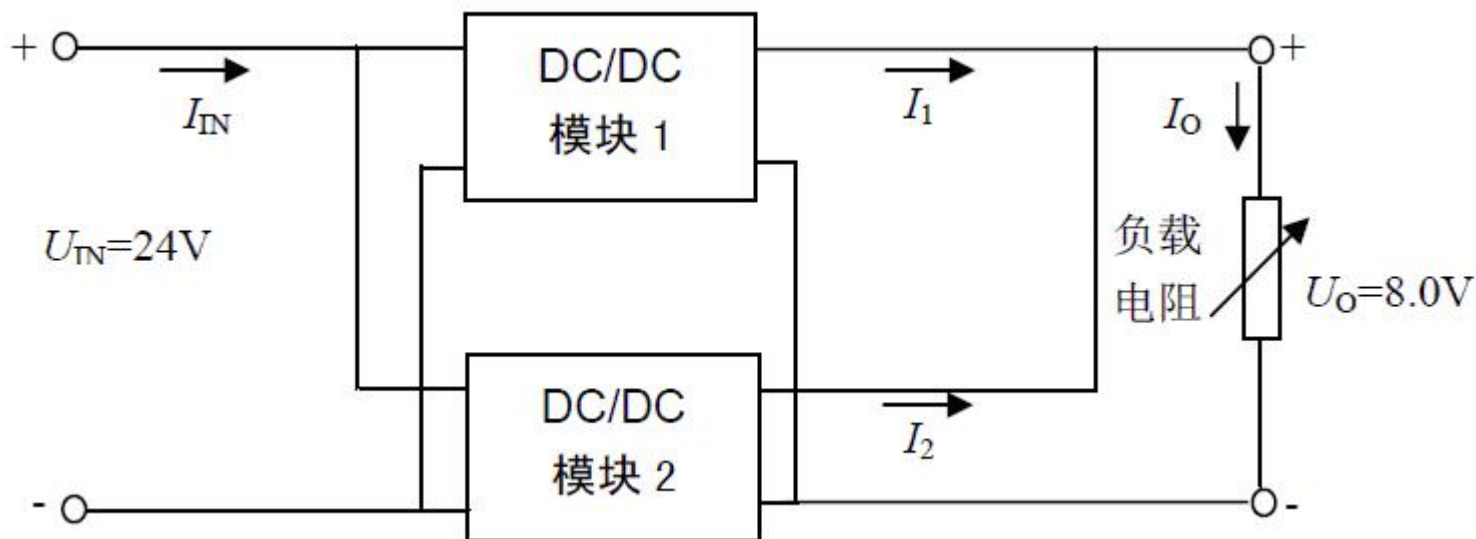


- (1) 直流输出电压  $U_O=8.0\pm 0.4V$ 。
- (2) 供电系统的效率不低于 60% 。
- (3) 两个模块自动分配电流，每个模块的输出电流的相对误差绝对值不大于 5%。



### 三、历年赛题简析

#### 8. 2011A: 开关电源模块并联供电系统



这是一个双降压型DC-DC并联电路。主要考点有4条。关键问题是模块送电的均流策略。



## 三、历年赛题简析

### 8. 2011A: 开关电源模块并联供电系统

#### (1) DC/DC变换器稳压方法

考虑到效率问题，此降压电路应当采用Buck电路，个别作品使用推挽变压器形式，对效率不利，由于本题无隔离要求，故没有必要使用变压器。

由于无元器件限制，使用LM2596等专用集成电路实现起来要方便一些，但使用最高输入电压20V以恒流为主的锂电充电集成电路EUP8202则属于器件选型错误；使用控制器直接产生PWM信号也是一种很好的方案；使用555时基电路稍微麻烦，但可能做成很好的电路（作品效果不是太好）；用运放自搭锯齿波发生器等电路对锻炼学生有利，但对提高成绩的影响较小。



## 三、历年赛题简析

### 8. 2011A: 开关电源模块并联供电系统

#### (1) DC/DC变换器稳压方法

由于Boost结构不能用于降压电路，有的报告在方案选择时将Boost结构也列上是不合适的。Buck-Boost结构用于反相场合，既可升压也可降压，但效率最低，列出也不合适，有的报告将输出极性还画反了（可能是抄书抄错的）。



## 三、历年赛题简析

### 8. 2011A: 开关电源模块并联供电系统

#### (2) 电流电压检测方法

电压检测非常成熟，有的采用比较器，有的采用ADC。电流检测应尽量减小功耗，以利提高效率。使用采样电阻应尽量使用小阻值的。有的组使用75mV/10A分流器，电阻只有7.5m $\Omega$ ；有的支路采样电阻高达3 $\Omega$ ，输出电压都上不来。有的组在分流器上检测支路电流，最好选用便于读数的分流器，如50mV/5A分流器（报告中有，测试中未见），虽然此分流器的电阻略大（10m $\Omega$ ），但读数比较方便：将mV数的小数点左移一位即为安培数。采用高端电流检测时应注意共模电压不得超出供电电源范围。





## 三、历年赛题简析

### 8. 2011A: 开关电源模块并联供电系统

#### (2) 电流电压检测方法

采用具有隔离作用的霍尔电流传感器对电路压降影响也较小，但本题无隔离需求，似无必要。若使用时最好采用磁补偿式（磁平衡式）的；个别组使用直检式的，误差稍大。



## 三、历年赛题简析

### 8. 2011A: 开关电源模块并联供电系统

#### (3) 均流方法

有多种均流方式，但无论采用专用芯片还是用其它方法，没有控制器恐怕是不行的。很多作品没有控制器，分流比自动设置不能实现。另外，两个电源的开关管的控制时钟最好采用交错式，这样对降低纹波有利，但在测评中没发现此类作品。

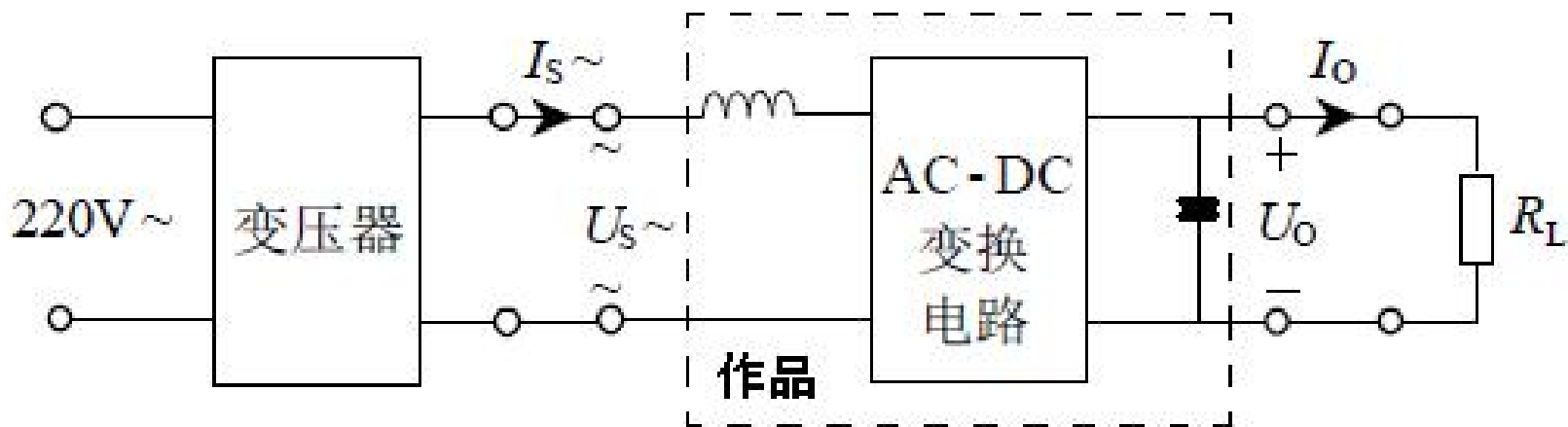
#### (4) 过流保护

与电压检测类似，成熟电路，不再赘述。



### 三、历年赛题简析

#### 9. 2013A: 单相AC-DC变换电路

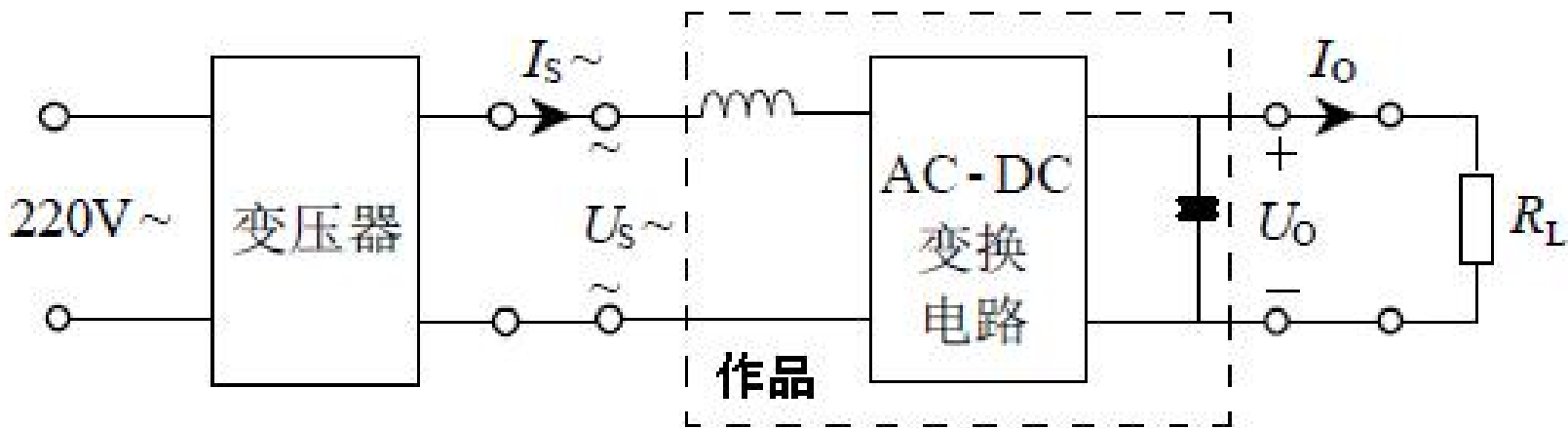


- (1) 输出直流电压  $U_o = 36V \pm 0.1V$ 。
- (2) 负载调整率  $S_I \leq 0.5\%$ 。
- (3) 电压调整率  $S_U \leq 0.5\%$ 。
- (4) 功率因数测量电路测量误差绝对值不大于0.03。
- (5) 输出过流保护动作电流为  $2.5A \pm 0.2A$ 。



### 三、历年赛题简析

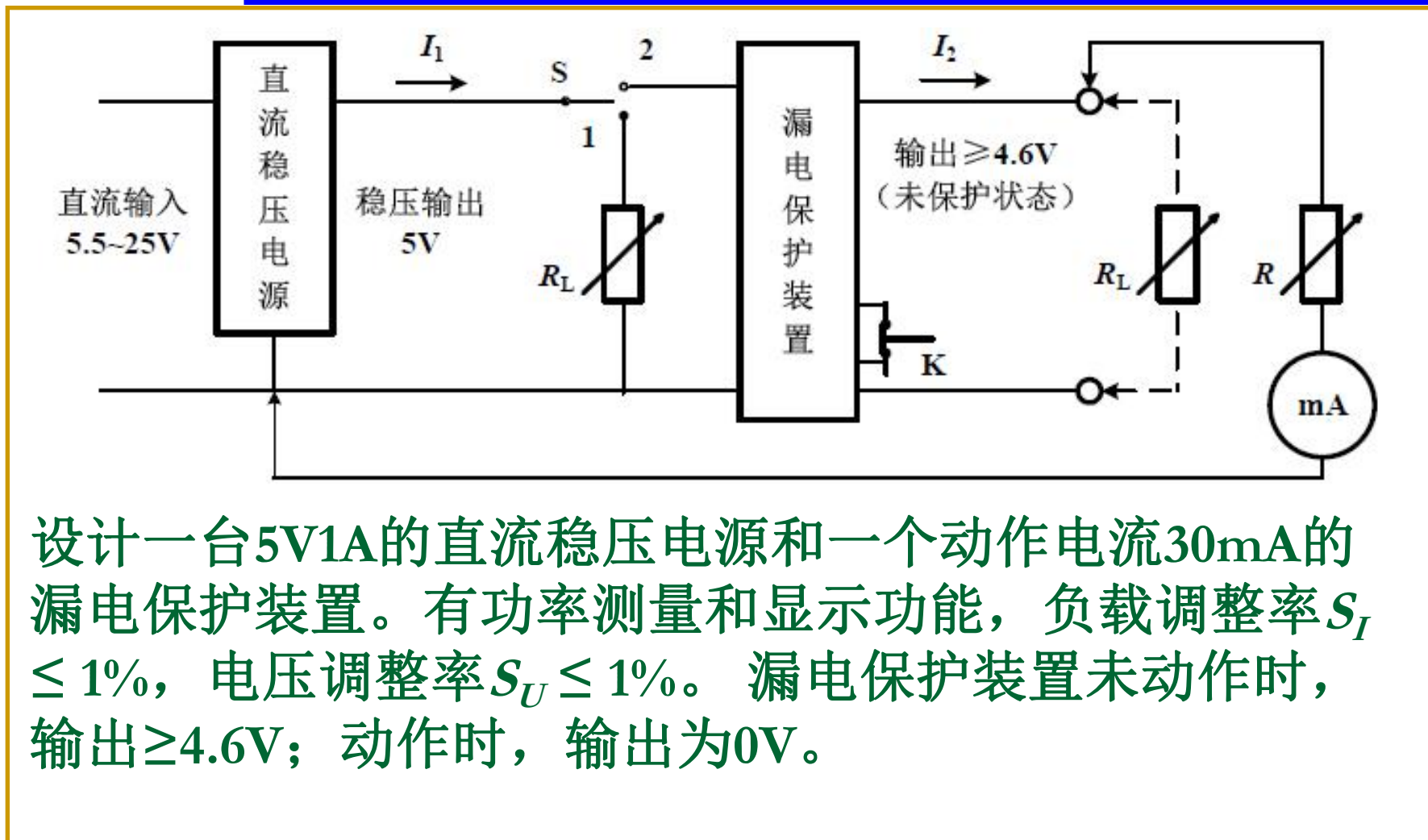
#### 9. 2013A: 单相AC-DC变换电路



与2007E类似，这也是一个升压型DC-DC，核心电路结构是Boost电路。

### 三、历年赛题简析

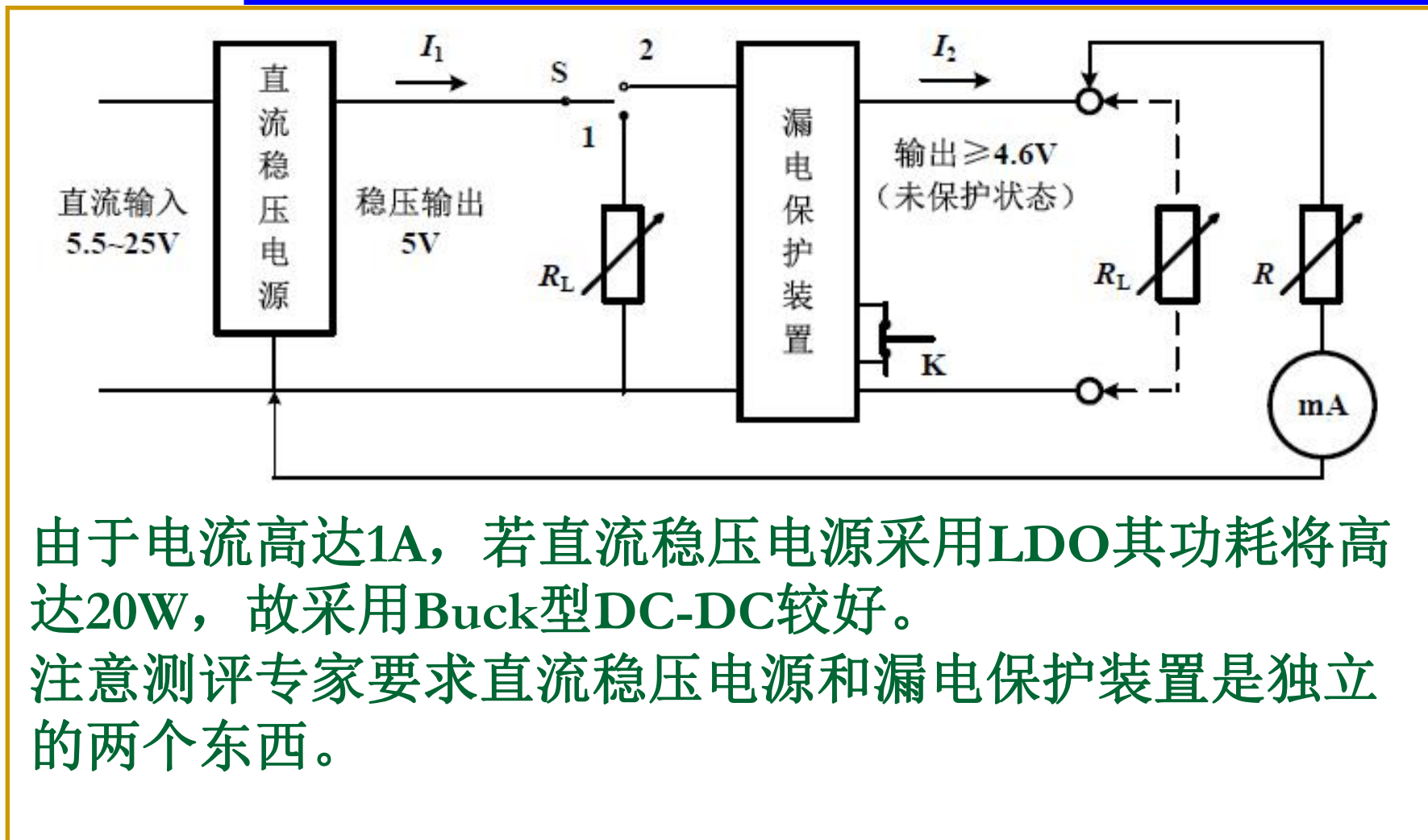
#### 10. 2013J: 直流稳压电源及漏电保护装置



设计一台5V1A的直流稳压电源和一个动作电流30mA的漏电保护装置。有功率测量和显示功能，负载调整率 $S_I \leq 1\%$ ，电压调整率 $S_U \leq 1\%$ 。漏电保护装置未动作时，输出 $\geq 4.6V$ ；动作时，输出为0V。

## 三、历年赛题简析

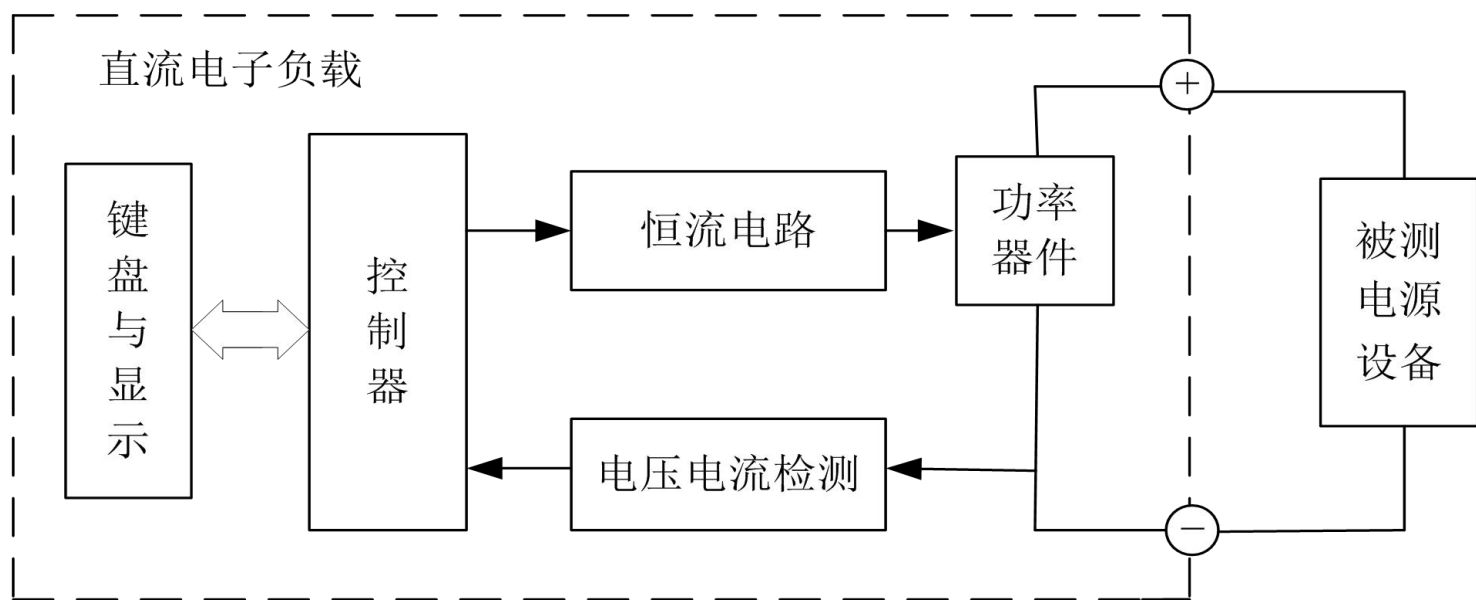
### 10. 2013J: 直流稳压电源及漏电保护装置





### 三、历年赛题简析

## 11. TI2012CG: 简易直流电子负载

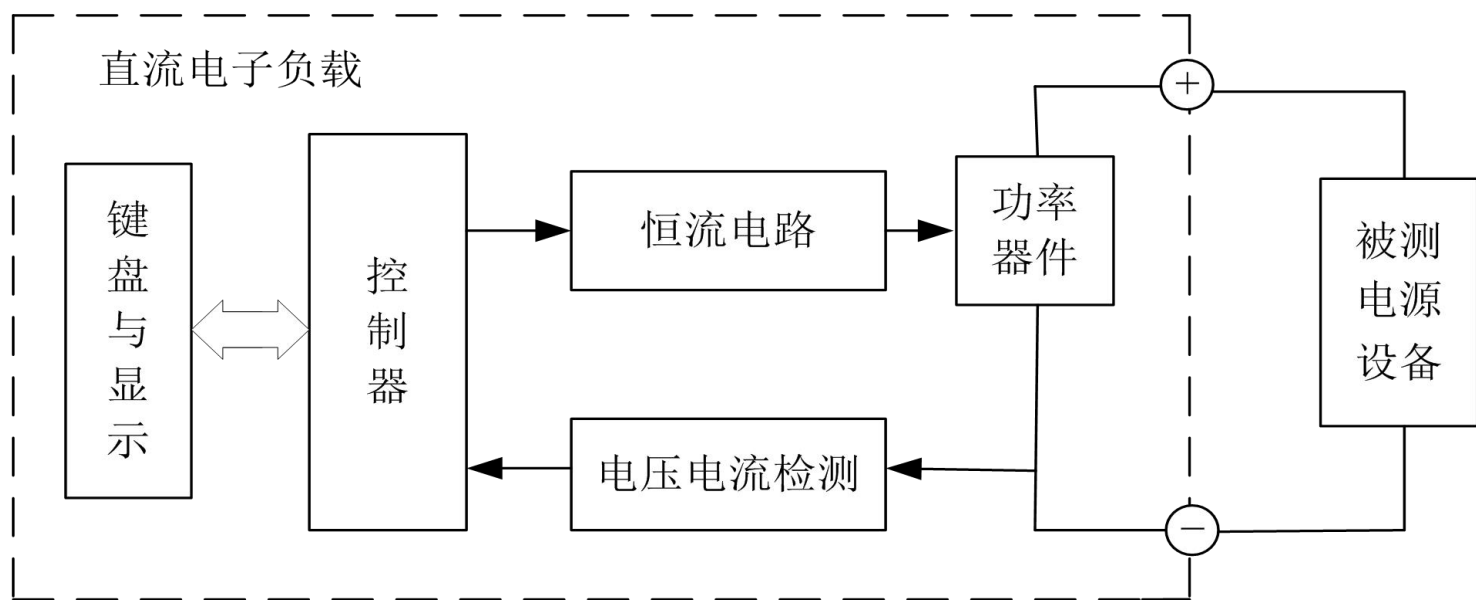


- (1) 恒流 (CC) 工作模式的电流设置范围为100mA~1000mA，设置分辨率为10mA，设置精度为 $\pm 1\%$ 。
- (2) 当电子负载两端电压变化10V时，要求输出电流变化的绝对值小于变化前电流值的1%。
- (3) 具有过压保护阈值电压为 $18V \pm 0.2V$ 。



### 三、历年赛题简析

## 11. TI2012CG: 简易直流电子负载



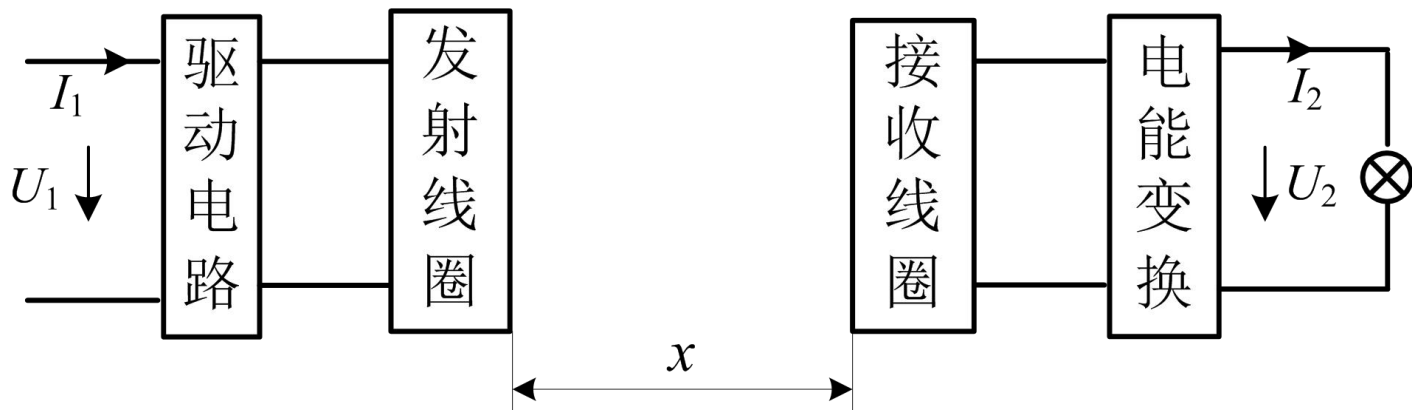
这应当属于DC-DC电路。

- (1) 单片机执行响应的测控、显示和过压保护功能。
- (2) 功率器件模拟负载。



## 三、历年赛题简析

### 12. TI2014F: 电能无线传输装置

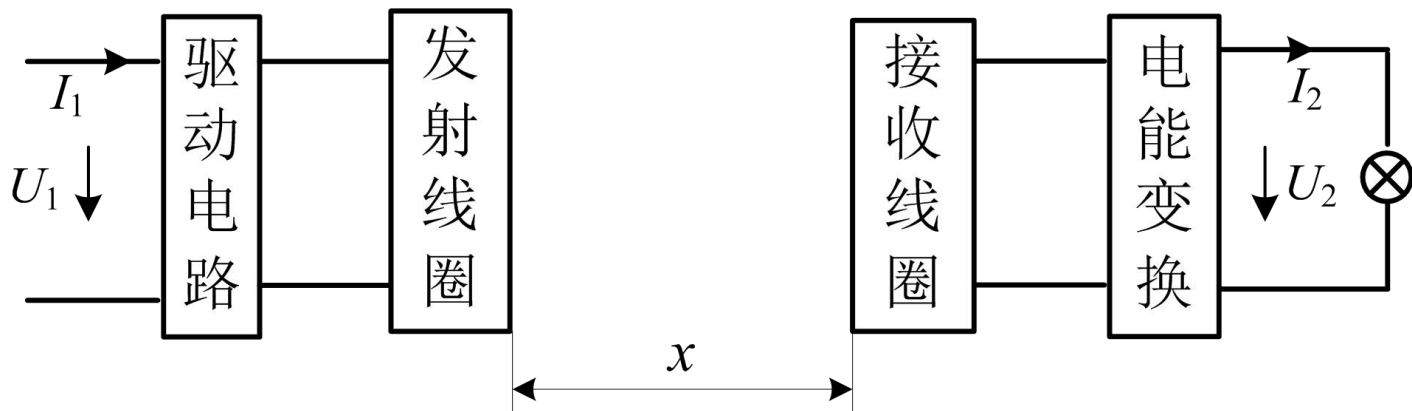


- (1) 作品测试供电为单一输入直流电压  $U_1=15\text{V}$ 。
- (2) 保持两线圈间距离  $x=10\text{cm}$ 。负载采用可变阻性负载，在输出连续直流电流  $I_2=0.5\text{A}$ 、直流电压  $U_2\geq 8\text{V}$  的条件下，尽可能提高该装置的效率。
- (3) 负载用2只1W白色LED串联。在输入直流电流  $I_1$  不大于1A、LED灯不灭的条件下，尽可能延长传输距离  $x$ 。



### 三、历年赛题简析

## 12. TI2014F: 电能无线传输装置



这是一个逆变器和整流器组合使用的系统。



## 四、赛前培训内容

- 竞赛中要在严格遵守竞赛纪律的前提下充分利用“游戏”规则，最好能使用训练中做好的软硬件模块完成赛题的绝大部分功能。
- 要想把电源类赛题做好，参赛队员必须熟练掌握相关的知识和技能。



# 四、赛前培训内容

## 1. 电源相关知识

- (1) 术语、标准
- 要正确理解、熟练掌握
- 如：直流稳压电源的技术指标
- ① 直流稳压电源的特性指标—反映直流稳压电源固有特性
- 额定输入电压及其变化范围
- 额定输出电压及其调节范围
- 额定输出电流范围
- 最大输入电压
- 最大输出电流



# 四、赛前培训

## 1. 电源相关知识

GB/T 16821—2007  
通信用电源设备通用试验方法  
GB/T 17478—2004  
低压直流电源设备的性能特性  
JB/T 8948—1999  
电控设备用低压直流电源

- (1) 术语、标准
- 要正确理解、熟练掌握
- 如：直流稳压电源的技术指标

② 直流稳压电源的性能指标—反映直流稳压电源优劣

■ 电压调整率  $S_U$  → 电压稳定度 (源电压调整率)  $S_v$

■ 电流调整率  $S_I$  → 负载稳定度 (负载调整率)  $S_i$

■ 输出电阻  $R_o$

■ 稳压系数  $S_R$

■ 纹波系数  $S_\gamma$

■ 纹波抑制比  $S_p$

■ 脉动系数  $S$

GB/T 14714—2008  
微小型计算机系统设备用开关电源通用规范



# 四、赛前培训内容

## 1. 电源相关知识

- (2) 元器件
- R、C、L、T、D、ZD、BG、OP
- ADC、DAC
- 单片机、CPLD、FPGA、电源专用IC
- 单片机用显示器、键盘、开关等



# 四、赛前培训内容

## 1. 电源相关知识

### ■ (2) 元器件

E24	E24	E12	E6	E24	E24	E12	E6
计算	<b>±5%</b>	<b>±10%</b>	<b>±20%</b>	计算	<b>±5%</b>	<b>±10%</b>	<b>±20%</b>
1.000	1.0	1.0	1.0	3.162	3.3	3.3	3.3
1.100	1.1			3.480	3.6		
1.211	1.2	1.2		3.831	3.9	3.9	
1.333	1.3			4.216	4.3		
1.467	1.5	1.5	1.5	4.641	4.7	4.7	4.7
1.615	1.6			5.108	5.1		
1.778	1.8	1.8		5.623	5.6	5.6	
1.957	2.0			6.189	6.2		
2.154	2.2	2.2	2.2	6.812	6.8	6.8	6.8
2.371	2.4			7.498	7.5		
2.610	2.7	2.7		8.254	8.2	8.2	
2.872	3.0			9.085	9.1		





# 四、赛前培训内容

## 1. 电源相关知识

### ■ (2) 元器件



## 四、赛前培训内容

### 1. 电源相关知识

- 阿里斯顿JSQ17-D4型热水器E3故障例
- 现象：报E3故障
- ◆ 维修人员上门服务认为是电脑板故障，换板费用为1200元
- ◆ 给总部打电话，电脑板费用为260元，但不向终端用户提供





## 四、赛前培训内容

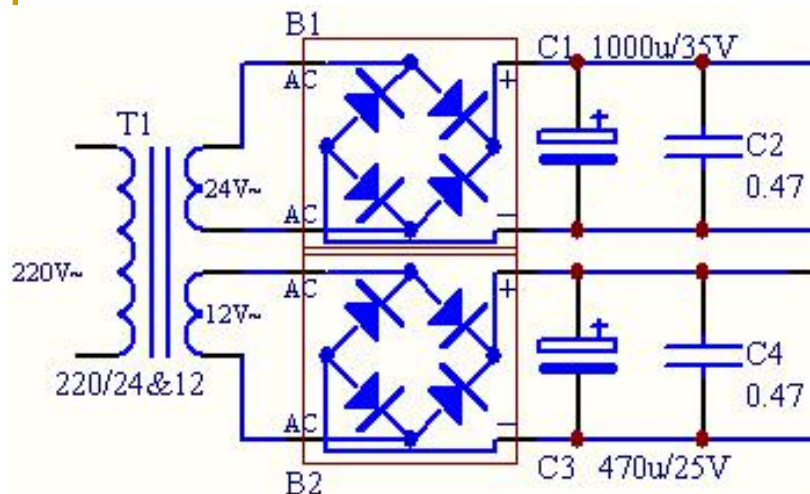
### 1. 电源相关知识

- 阿里斯顿JSQ17-D4型热水器E3故障例
- 检查：拆下电脑板，发现24V滤波电容顶端凸起，解焊后测量电容量近似为0，表明此电容C1已失效



# 四、赛前培训内容

## 1. 电源相关知识



- 为什么C1电容会失效呢？

- 市电允许±10%的偏移

- C1两端的最高电压为  
 $24 \times 1.1 \times 1.414 - 1.4 = 36.616(V)$

- 考虑到电解电容的电压降额使用，其耐压应为  
 $36.616 \div 0.8 = 45.77(V)$

**重要结论：交流有效值为24V的桥式整流电路的滤波电容应选用耐压50V的电容。**

电容耐压：10 12.5 16 20 25 31.5 40 50 63 80 90



# 四、赛前培训内容

## 1. 电源相关知识

### ■ (2) 元器件



# 四、赛前培训内容

## 1. 电源相关知识

- (3) 功能电路
- 整流、滤波、斩波、振荡
- DC-DC、AC-DC、DC-AC、AC-AC
- ADC、DAC、TDC
- 单片机、CPLD、FPGA最小系统
- 单片机用显示器、键盘、开关等外围电路



# 四、赛前培训内容

## 1. 电源相关知识

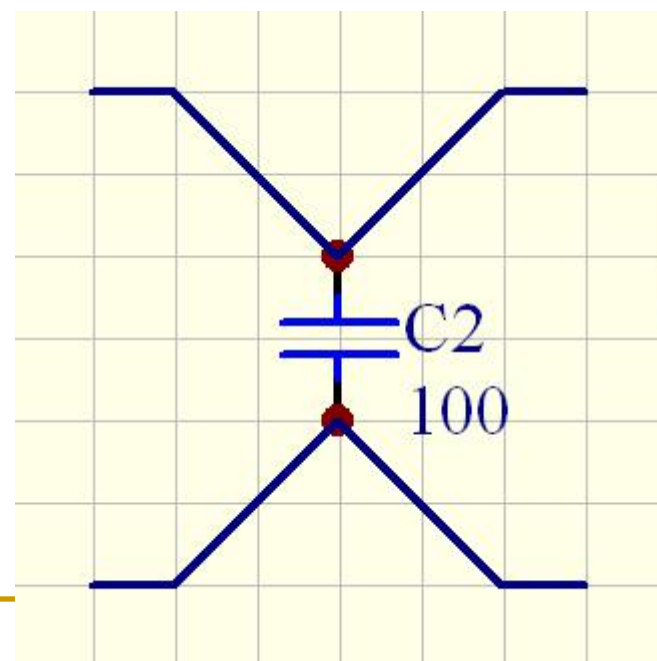
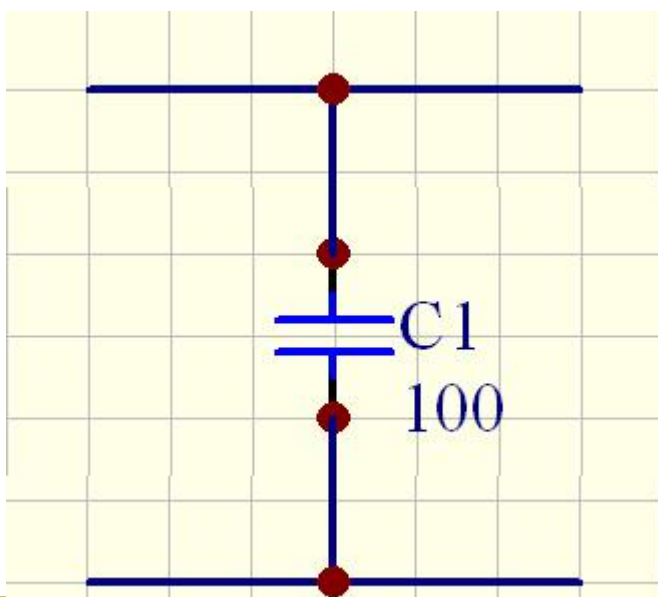
### ■ (3) 功能电路



## 四、赛前培训内容

### IMHO: 关于滤波电容器及其四端接法

1. 电解电容高频滤波效果不好，在高频情况下要并一瓷片电容或涤纶电容。
2. 供给负载的电源要先通过滤波电容，即不要采用下左的二端接法，而要采用下右的四端接法。



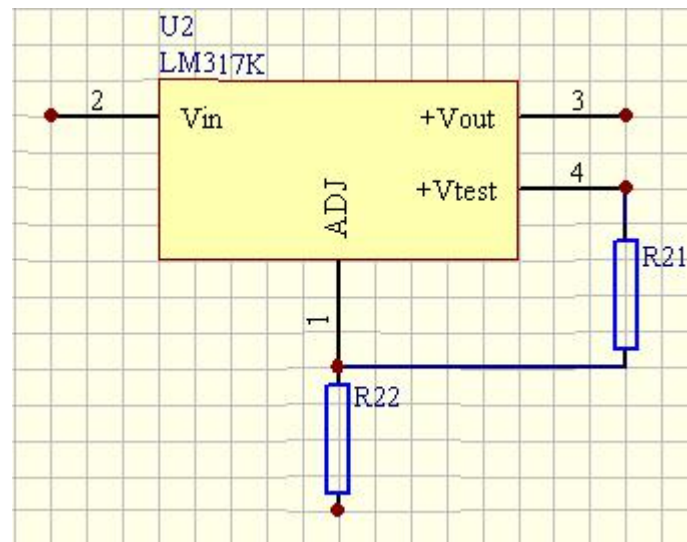
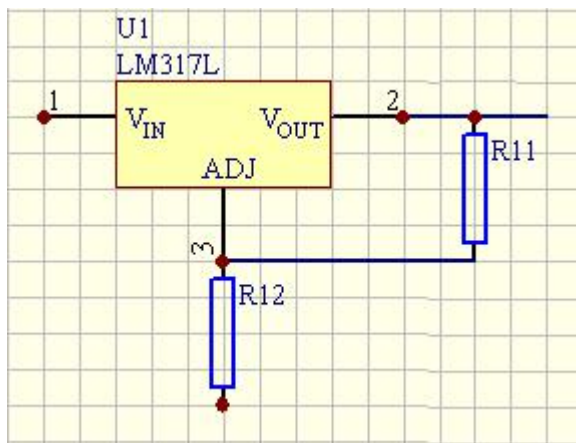




## 四、赛前培训内容

### IMHO: 关于可调三端稳压器的四端接法

为保证可调三端稳压器的电流稳定性指标，也不要采用下左的三端接法，而要采用下右的四端接法。





## 四、赛前培训内容

### IMHO: 换挡开关也要注意接法

换挡开关的接触电阻不要影响电路性能。

1. 运算放大器的增益
2. 电流电压变换电阻的换挡



# 四、赛前培训内容

## 1. 电源相关知识

### ■ (3) 功能电路



# 四、赛前培训内容

## 2. 参赛相关技能

### ■ (1) 电脑工具及其使用

#### ■ ①文字处理软件

#### ■ Microsoft Office

#### ■ WPS Office

### 电源类赛题设计调试报告

#### 0 引言

#### 1 系统方案论证

##### 1.1 总体方案论证

##### 1.2 软硬件模块论证

#### 2 硬件单元电路设计

##### 2.1 xxxxxx

##### 2.2 xxxxxx

#### 3 软件设计(若有)

#### 4 系统的组装调试

#### 5 系统的测试

#### 6 结论



# 四、赛前培训内容

## 2. 参赛相关技能

- (1) 电脑工具及其使用
  - ①文字处理软件
    - Microsoft Office
    - WPS Office
  - ②EDA软件
    - 电原理图和印制板设计
    - 可编程器件(PLD、CPU)编程
      - FPGA、CPLD    MCU、MPU、DSP
    - 电路、系统仿真



# 四、赛前培训内容

## 2. 参赛相关技能

### ■ (2) 电子工具及其使用

#### ■ ①常用焊装工具

■ 烙铁、焊台、钳子、螺丝刀等

#### ■ ②常用测试测量仪器仪表

■ 万用表

■ 示波器

■ 台式电源



# 五、参赛应对措施

## 1. 认真审题

- (1) 弄明白题目要求。
- (2) 揣摩清楚出题老师的意图。
- 如：
- 2005G禁止使用产生SPWM波形的专用芯片，老师希望学生清楚产生SPWM波形的原理和方法，会用通用器件产生SPWM波形。
- 2013J要求直流稳压电源和漏电保护装置是分开两个部分，老师是不希望有“自我控制”的情况发生。
- TI2016A要求全部电路都只能由 $U_{IN}$ 端口供电，不得增加其他辅助电源，老师希望尽量减少辅助电路的功耗。



# 五、参赛应对措施

## 2. 合理设计

- 设计要量力而行：根据本队的水平，充分发挥。要先保证成功，再考虑高奖。
- 注意方案的可行性、装配的可靠性、结果的可测性。





# 五、参赛应对措施

## 2. 合理设计

- (1) 模块化设计。
- 竞赛的主要工作是根据题目的要求进行系统集成，尽量利用训练成果，包括训练时制作的软硬件模块，能用就直接用上，除非确有余力，尽量不要再行创新。
- 备好各种软硬件(含设计总结报告)模块，采用成熟的先进方案，按时完成可测的作品。



# 五、参赛应对措施

## 2. 合理设计

- (2) 电路的选择。
- 注意电路的可实现性，特别是元器件的可获得性与可使用性。有的电路很好，但根据资料或上网查到的元器件有的可能有行无市，有的来不及拿到货，有的元器件非常贵，可能根本不能用到所设计的产品中。



# 五、参赛应对措施

## 2. 合理设计

- (3) 工程化问题。
- 电源类赛题电路的工作电流较大、工作电压较高。
- 印制板的制作除了注意抗干扰问题外，还要注意印制导线的电压承受能力和电流承受能力。
- 一般来说，2mm的线间距大约可以承受200V的电压，50 $\mu\text{m}$ 厚的覆铜板1mm宽的导线允许流过1A的电流。现在加工的印制板多数为18 $\mu\text{m}$ 厚的覆铜板，1mm宽的导线允许流过0.36A的电流，即1mil宽的导线允许流约0.9mA的电流。必要时应与印制板加工厂核实覆铜厚度。



# 五、参赛应对措施

## 2. 合理设计

- (4) 封装要准确。
- 虽然也有OrCAD、EWB等EDA工具，现在用的较多的是Altium Designer软件。
- 无论使用何种软件，切记要先准备好元器件再进行印制板设计，并在制板前仔细核实一下元器件的封装。特别是双掷开关的实际引脚与电原理图有所区别，同样型号的三极管引脚排列不同，有的元器件双列直插元件和表贴元件的第一脚有的是不一样的。



# 五、参赛应对措施

## 2. 合理设计

- (5) 软件模块化。
- 软件设计一般采取模块化结构，使用的语言一般用C语言，个别地方可能用到汇编语言，但应尽量少用或不用。



# 五、参赛应对措施

## 2. 合理设计

- (6) 数字化仿真
- 仿真是一种验证手段，使用要合理，不要占用过多精力。可根据情况进行，有时可以不做。因为
  - ①效果与脑算、手算、笔算一样；
  - ②也可能出错：MultiSIM的模型存在某些BUG；
  - ③仅用于参考。



# 五、参赛应对措施

## 3. 精心装调

- (1) 焊装牢靠：避免虚焊。
- (2) 调整合理：防止过调。
- (3) 集成一起：便于测试准备，减少出错几率。
- (4) 方便测试：预留测试接点。
- 要保证参测作品能够被测试，能够测出数据。



# 五、参赛应对措施







# 五、参赛应对措施

## 4. 耐心测试

- (1) 选用合适的仪器仪表：仪器仪表的分辨率和精度要符合题目要求。
- (2) 使用合适的挡位。
- (3) 合理取舍小数位数。



# 五、参赛应对措施

## 5. 几点禁忌

- (1) 不考虑纹波
- (2) 不设测试端子
- (3) 散装交卷
- (4) 最后突击
- (5) 竞赛时创新



# 六、测评注意事项

## 1. 安全第一

- (1) 防触电
- (2) 防扎伤
- (3) 防烫伤
- (4) 防烧被测作品
- (5) 防烧测试仪器



# 六、测评注意事项

## 2. 基本步骤

- (1) 熟悉被测参数
- (2) 了解测试规程

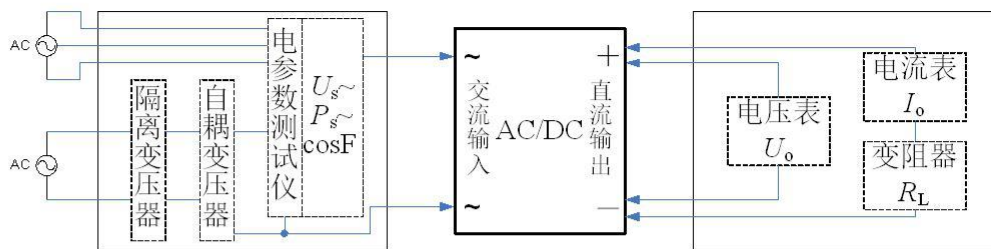


# 六、测评注意事项

## 2. 基本步骤

### 附件一：测试规程

### 2013年全国大学生 电子设计竞赛测试规程 本科组A题：单相AC-DC变换电路



0. 学生参考右上图连接系统，自耦变压器逆时针旋到底；

1. 学生断电状态下将 $R_L$ 设为 $18\Omega/2A$ ，通电，将交流输入电压设定为 $24V\sim$ ，调整 $R_L$ 使 $I_o$ 约为 $2A$ ；

老师测试记录 $U_s$ ， $I_o$ ， $U_o$ ， $U_{o2(2)}$ ， $P_s$ ， $\cos\Phi$ ， $\cos\Phi$ (作品)。

2. 学生设定功率因数 $0.80$ 、 $0.86$ 、 $0.92$ 、 $1.00$ ；

老师记录 $\cos\Phi(0.80)$ ， $\cos\Phi(0.86)$ ， $\cos\Phi(0.92)$ ， $\cos\Phi(1.00)$ 。

3. 学生由大到小调整负载电阻或由小到大调整负载电流；

老师记录有无过流保护功能及保护动作电流 $I_o$ 。

4. 学生将交流输入电压设定为 $20V\sim$ ，调整 $R_L$ 使 $I_o$ 约为 $2A$ ；

老师观察 $I_o$ ， $U_o$ ，记录 $U_{o1(3)}$ 。

5. 学生将交流输入电压设定为 $30V\sim$ ，调整 $R_L$ 使 $I_o$ 约为 $2A$ ；

老师观察 $I_o$ ， $U_o$ ，记录 $U_{o2(3)}$ 。

6. 学生断电状态下将 $R_L$ 设为 $180\Omega/2A$ ，通电，将交流输入电压设定为 $24V\sim$ ，调整 $R_L$ 使 $I_o$ 约为 $0.2A$ ；

老师观察 $I_o$ ， $U_o$ ，记录 $U_{o1(2)}$ 。

7. 学生断电撤收。

老师检查记录作品的其他发挥内容。

说明：顺序可以调换。



# 六、测评注意事项

## 2. 基本步骤

- (1) 熟悉被测参数
- (2) 了解测试规程
- (3) 熟悉测试仪器
- (4) 连好测试系统
- (5) 按序测记数据



# 六、测评注意事项

## 3. 注意事项

- (1) 注意正确供电
- (2) 及时处理异常
- (3) 注意极性正确



**谢谢！**

**预祝大家**

**取得好成绩**

