

# UPS逆变器仿真模型的建立与分析

江伟石

2011-July-09 上海

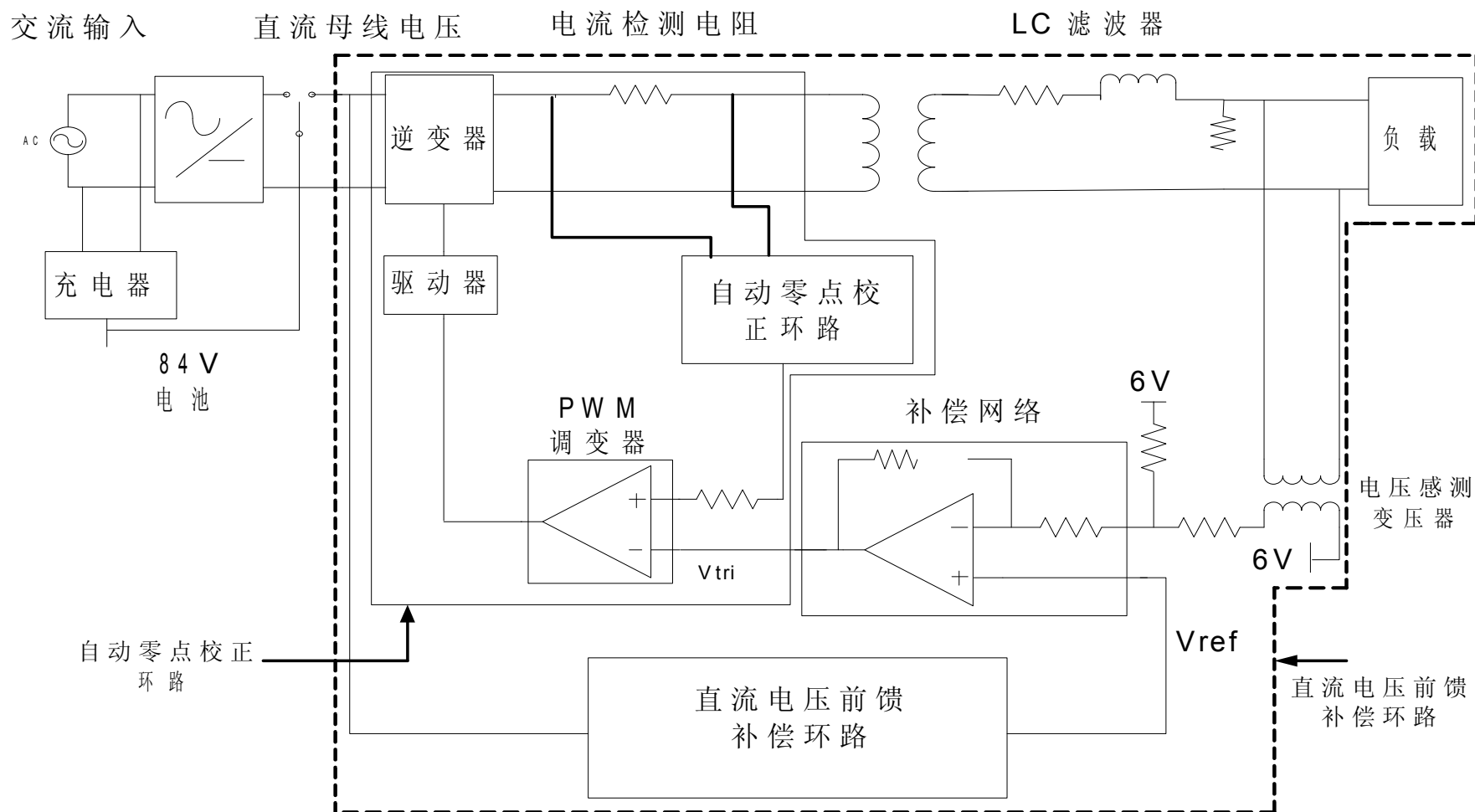
施耐德电气-APC 上海市研发中心



# 目录

1. UPS逆变器原始线路的功能分析
2. 仿真线路方块图
3. 占空比控制的变压器仿真模型
4. PWM调变器的模型
5. 仿真验证
6. 结论

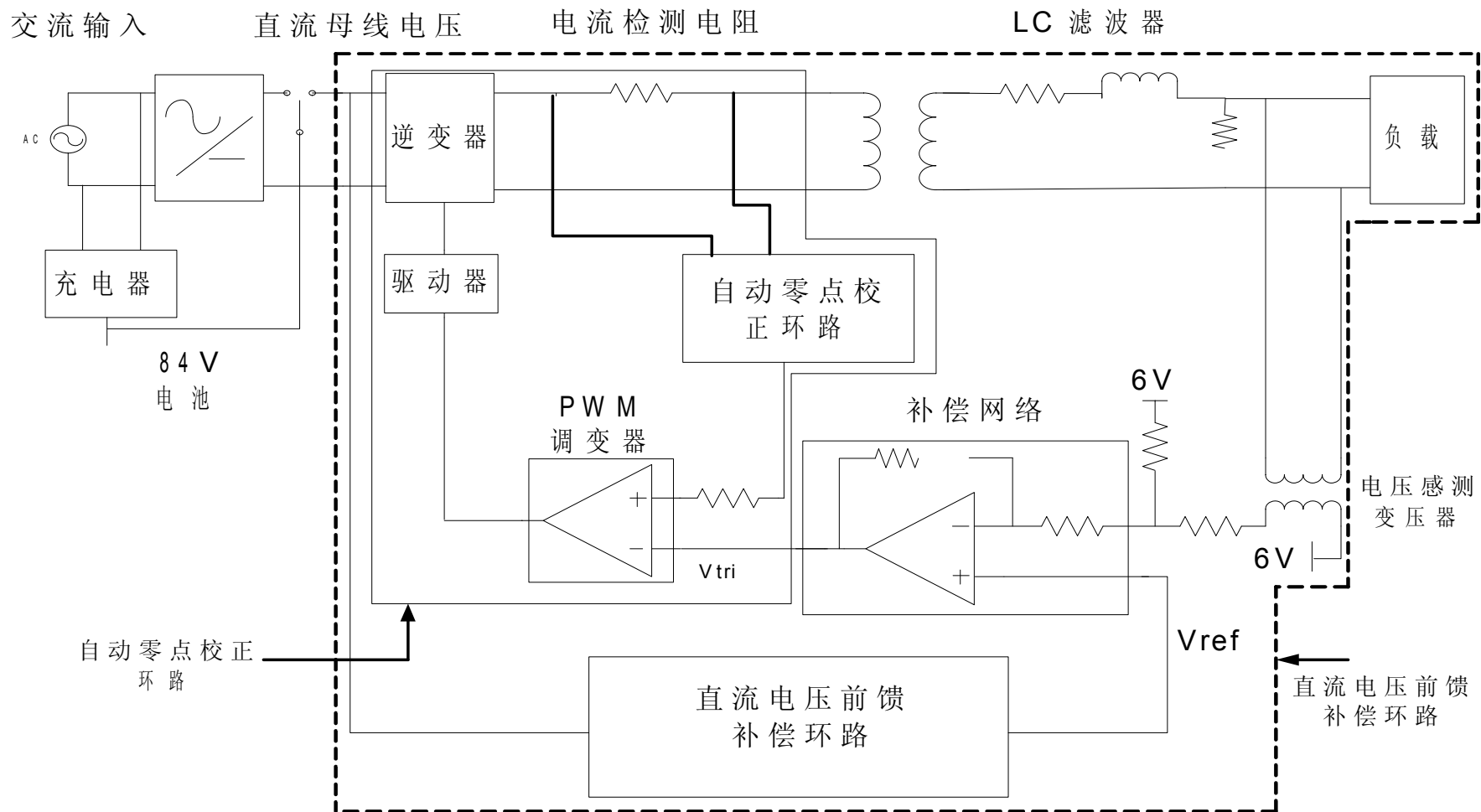
# 1.UPS逆变器原始线路的功能分析-1



如图所示系统为UPS脉宽调制逆变器控制方块图，其中包含有三个控制回路：

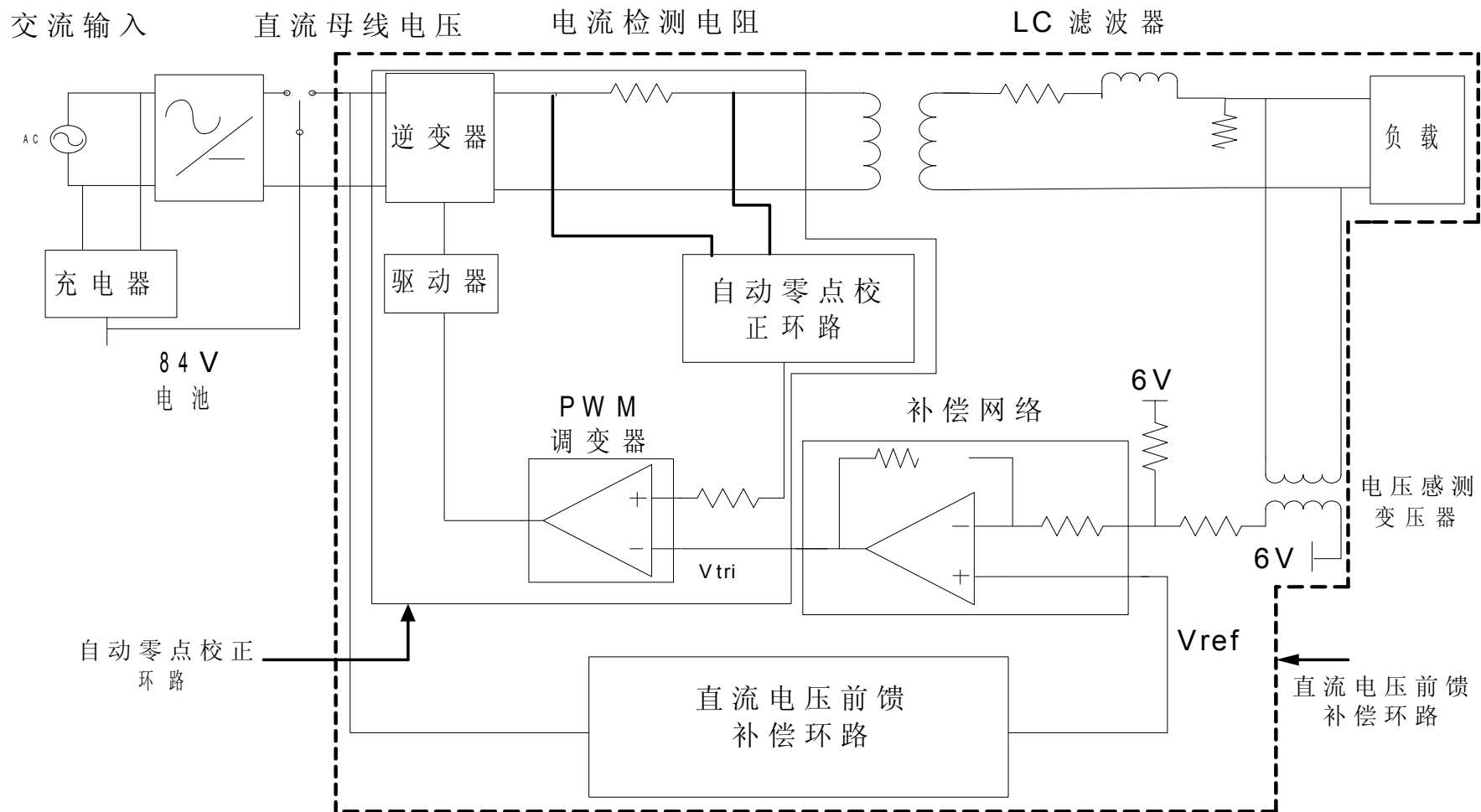
1.电压调节回路：由桥式变换器、隔离变压器、输出滤波器、负载、电压感应器、补偿器、PWM调变器和PWM驱动组成，系统的各种动态性能都由此回路负责，补偿器的设计影响主要性能。

# 1.UPS逆变器原始线路的功能分析-2



2.自动零点补偿回路 (AUTO-ZERO CKT): 由分流器、自动零点校正电路、PWM调变器、PWM驱动和桥式变换器构成, 主要防止变压器饱和。

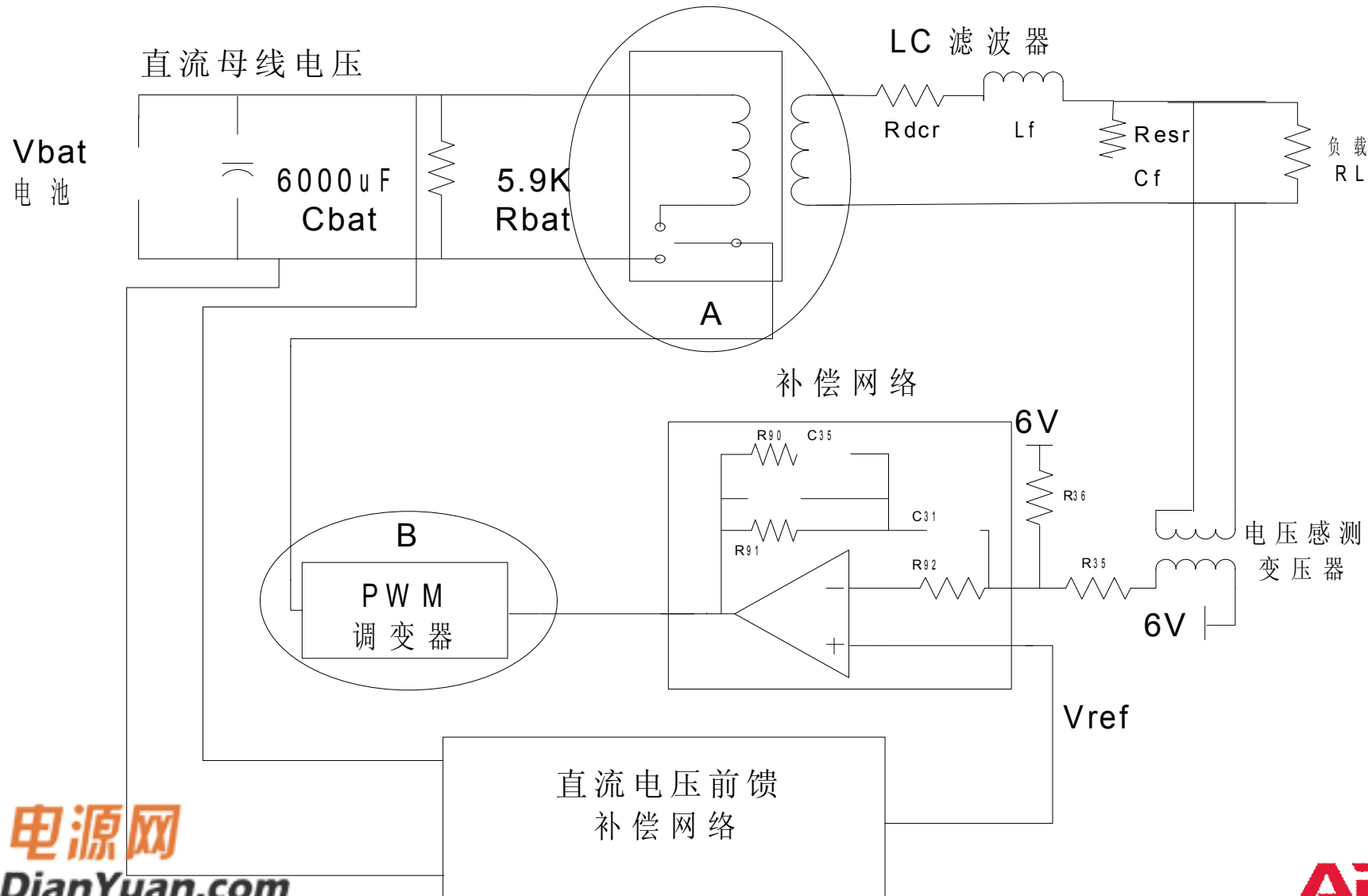
# 1.UPS逆变器原始线路的功能分析-3



3.平均电压校正回路 (DC-BUS FEEDFORD): 如虚线围成方块所示, 主要用来补偿输出电压的稳态误差。

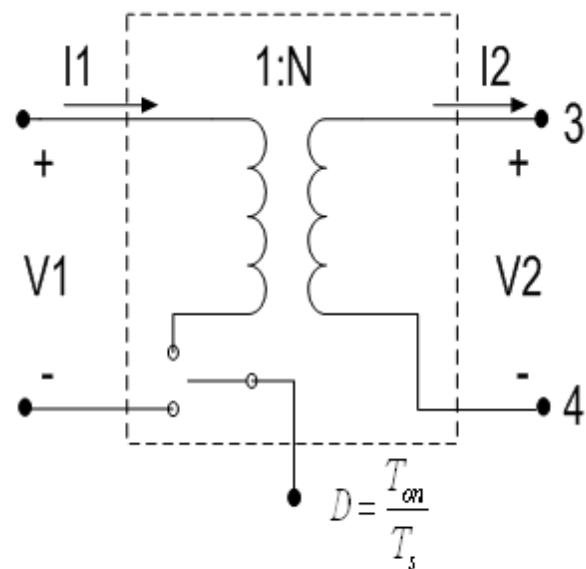
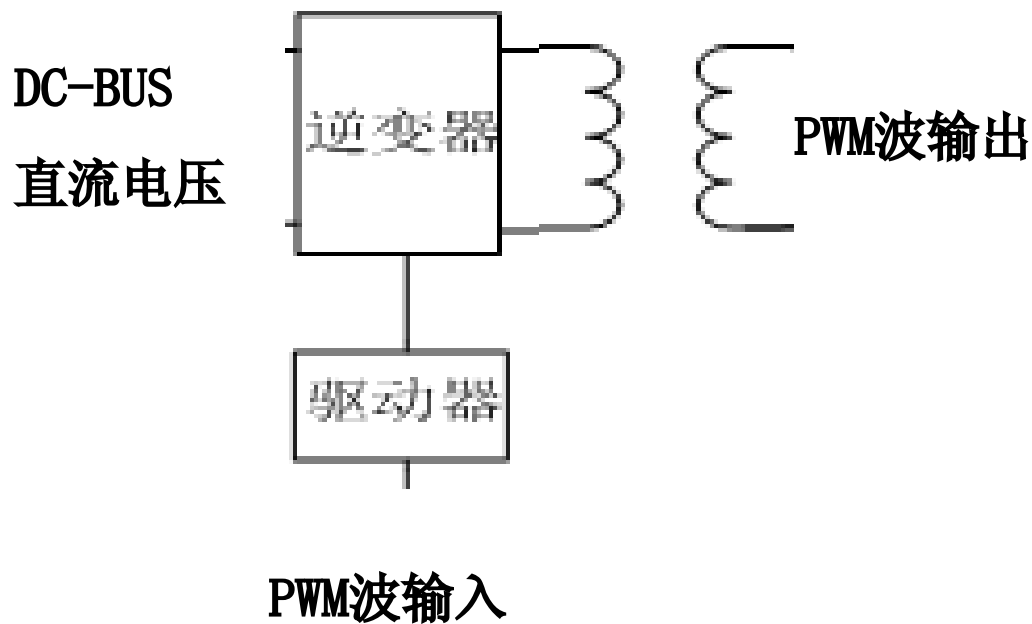
# 2. 仿真线路方块图

占空比控制变压器



# 3.占空比控制的变压器仿真模型

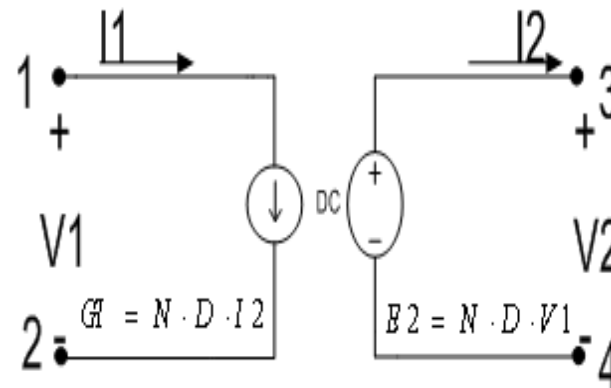
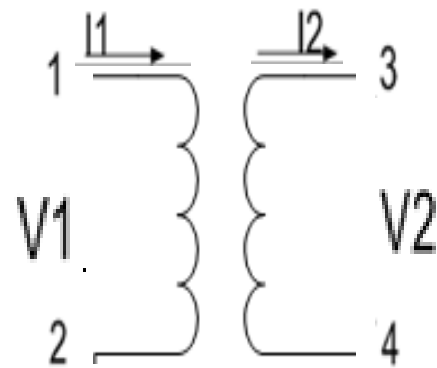
## 驱动器，逆变器及变压器的PSPICE模型



占空比控制的DC-DC控制模型

### 3.占空比控制的变压器仿真模型

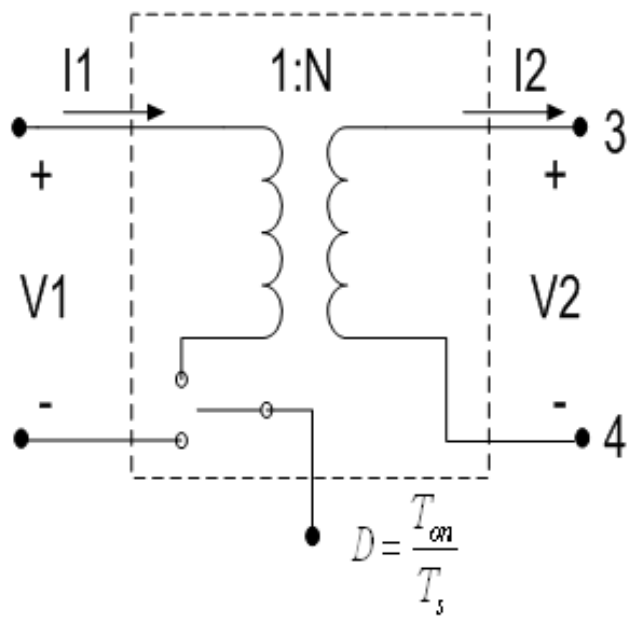
#### 变压器的PSPICE模型



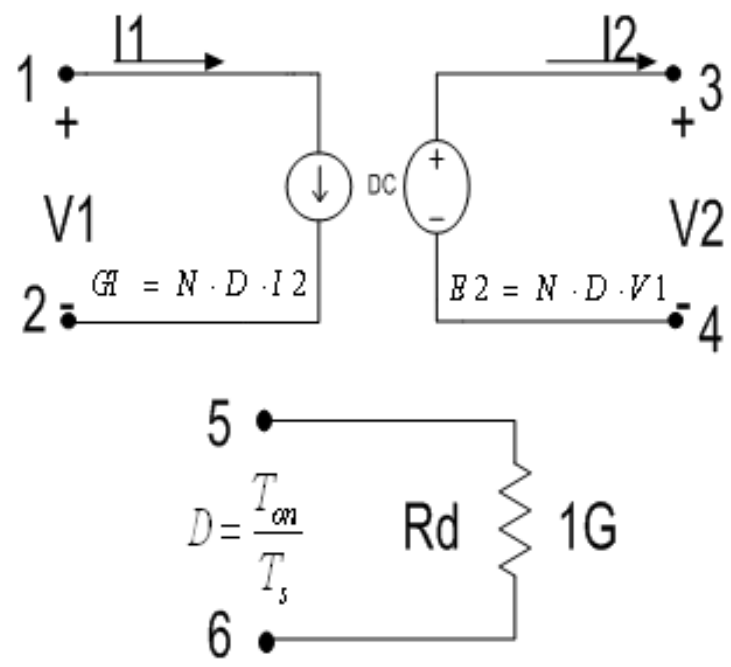
此处  $D$  代表死区 (dead time) 的修正因数,  $D$  近似于1



### 3.占空比控制的变压器仿真模型

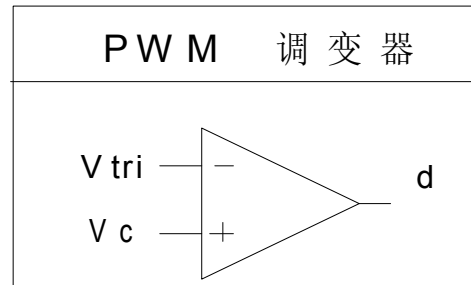


占空比控制的DC-DC控制模型



变压器模型PSPICE仿真模型

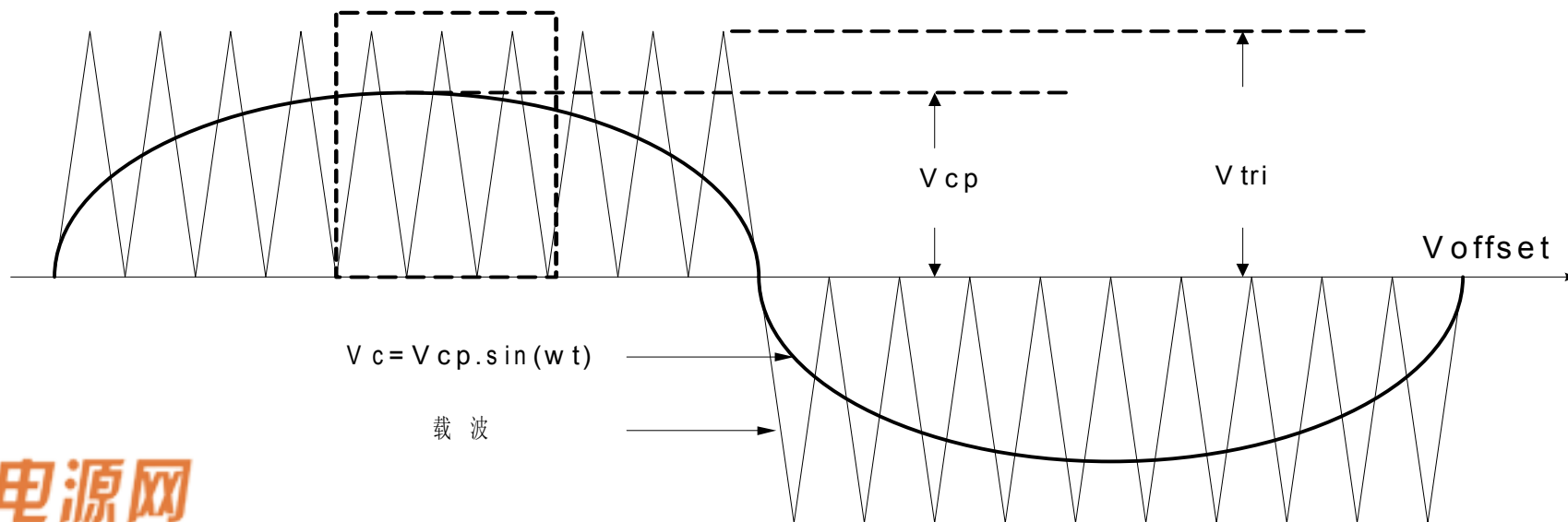
# 4. PWM调变器的模型



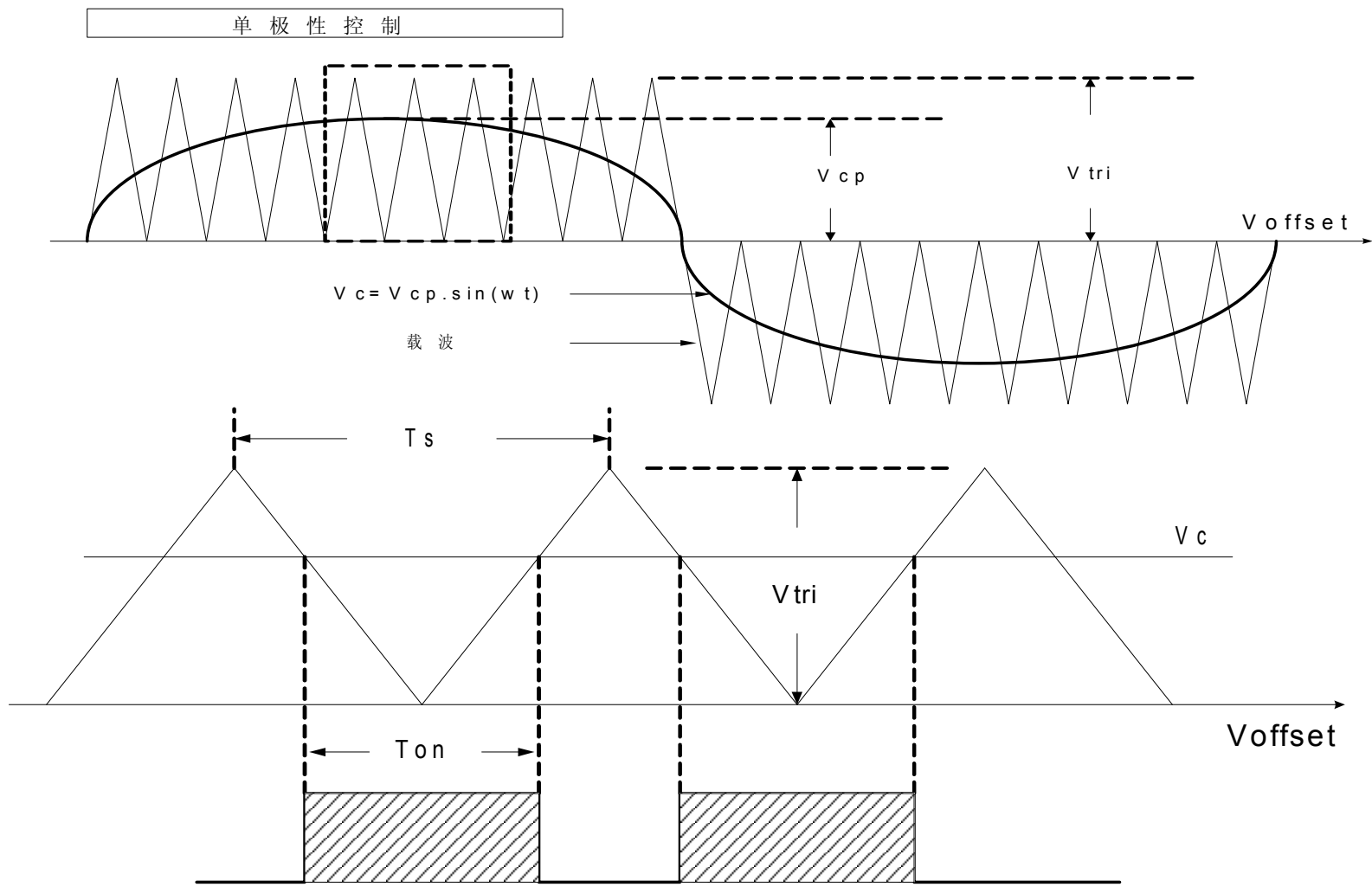
$$d = \frac{T_{on}}{T_s} = \frac{V_c - V_{offset}}{V_{tri}}$$

调变器电路模型

单极性控制



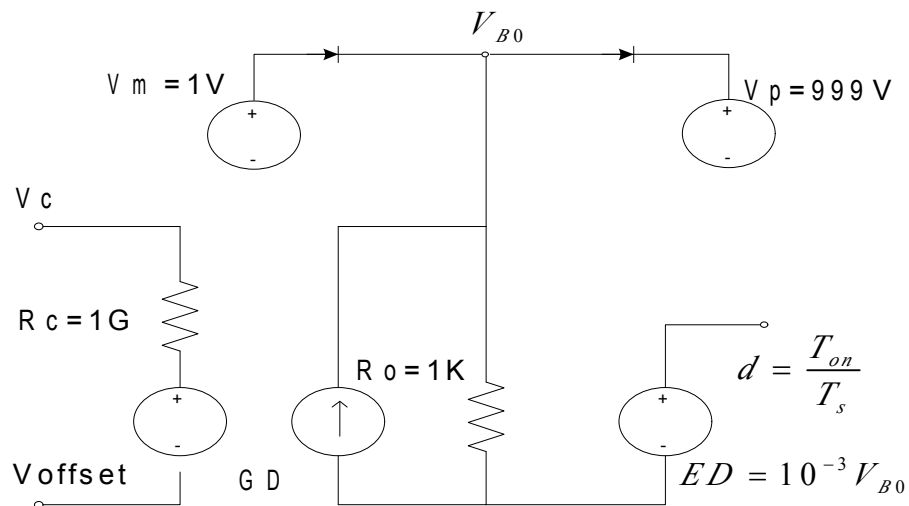
# 4. PWM调变器的模型



$$d = \frac{T_{on}}{T_s} = \frac{V_c - V_{offset}}{V_{tri}}$$

调变器电路模型

# 4. PWM调变器的模型



$R_c$ : PWM调变器输入阻抗

$V_m$ : 最小占空比限制电压

$V_p$ : 最大占空比限制电压

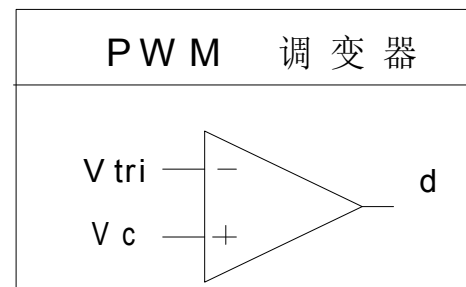
$d$ : 理想占空比

$V_{offset}$ : 直流偏置电压

$V_{tri}$ : 三角波电压幅值 = 2  $V_{peak}$

$G_D = 0.5$ : 电源控制型电流源

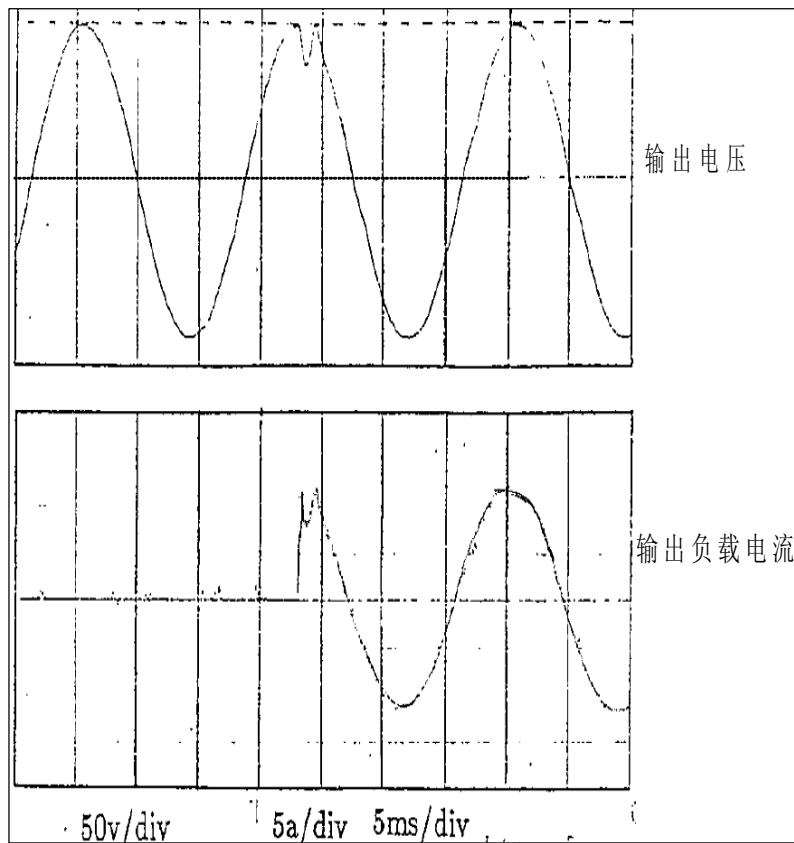
$ED$ : 电压控制型电压源



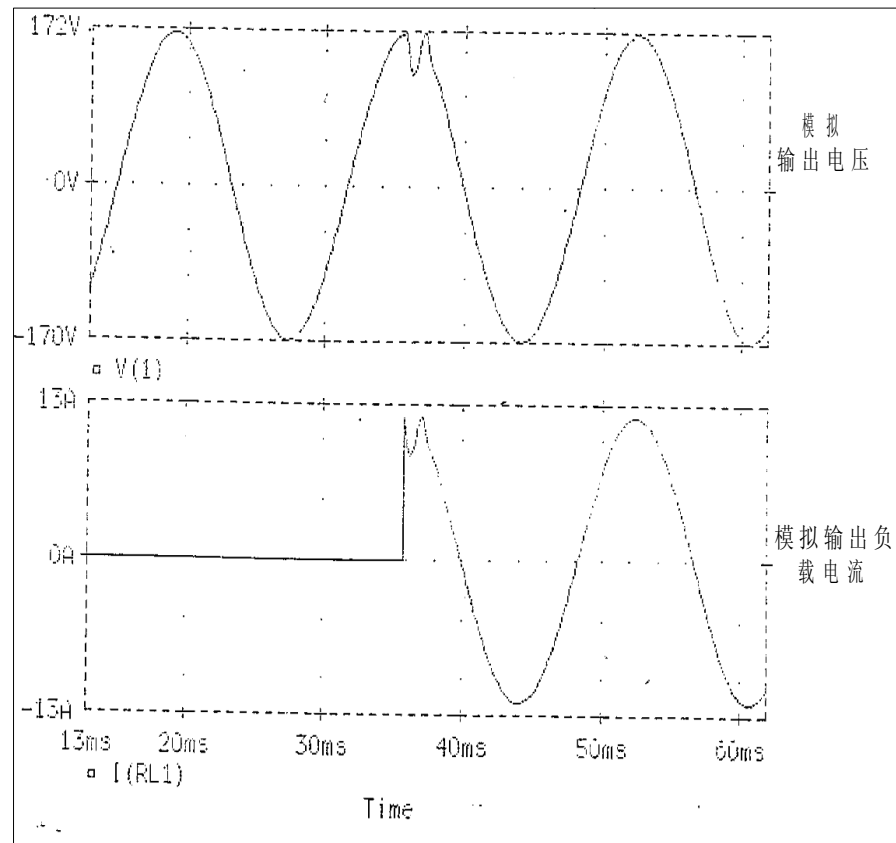
$$d = \frac{T_{on}}{T_s} = \frac{V_c - V_{offset}}{V_{tri}}$$

调变器电路模型

# 5.仿真验证-1

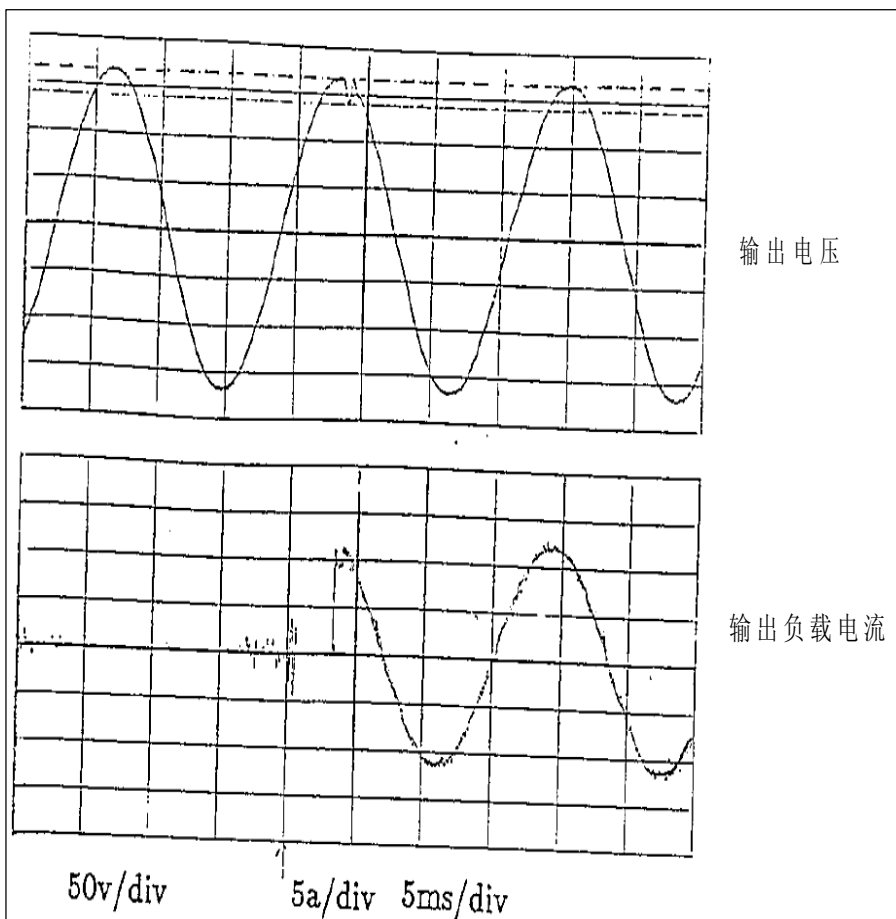


电池模式，实测空载至满载输出特性调整

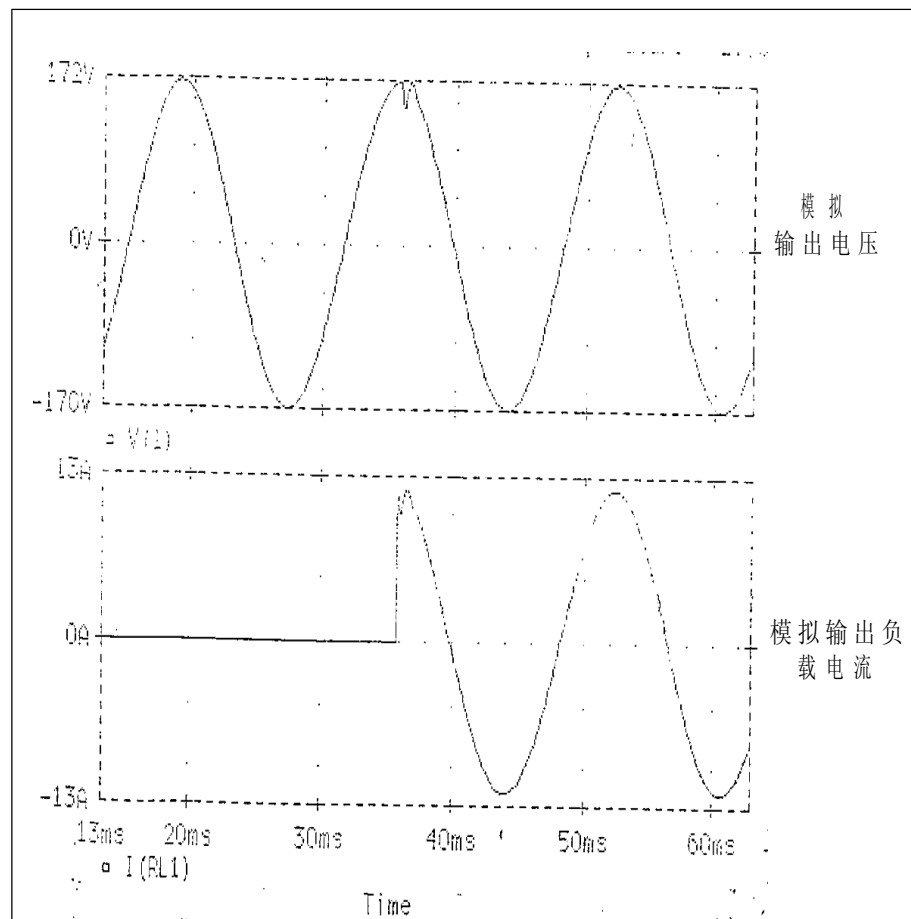


电池模式，仿真空载至满载输出特性调整

# 5.仿真验证-2



市电模式，实测空载至满载输出特性调整



市电模式，仿真空载至满载输出特性调整

## 6.结论

1. 成功建立全桥电路及其输出变压器的**PSPICE** 模型
2. 成功建立**PWM** 调变器的**PSPICE** 模型
3. 借由加载的实测波形和**PSPICE**仿真模型的暂态波形比较来验证了模型的正确性
4. 成功建立**UPS**逆变器回路的**PSPICE** 模型有助于未来设计补偿器及回路的稳定性分析

# Q&A



## 作者介绍:

作者: 江伟石,

1. 毕业于台湾交通大学电机与控制工程研究所及中欧工商管理学院 (CEIBS) EMBA。

2. 曾任台达UPS中国区产品总监, 熟悉UPS中国市场及产品。

3. 目前服务于施耐德旗下的APC IT事业部中国研发中心高级经理。

4. 对于UPS技术一直十分热衷, 是中国UPS国家标准 (GB/T 7260.3-2003) 及通信用不间断电源UPS行业标准 (YD/T 1095-2008) 的起草委员之一。

