

## 开关电源控制方式

### 引言

大多数开关电源采用闭环反馈电路，当输入电压变化、输出负载变化以及电源内部的参数变化时，控制电路将检测电压信号或电流信号，闭环反馈后动态调节电源芯片的占空比，从而保证电源芯片输出电压或输出电流的稳定。

### 电压模式

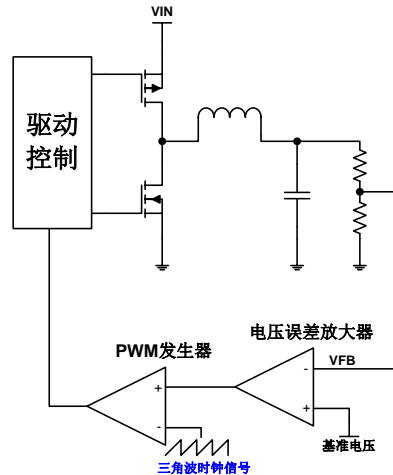


图 1. 电压模式电路示意图

图 1 是电压模式电路示意图。电压控制模式的原理是将反馈电压 VFB 作为误差放大器的输入，与基准电压进行比较后将差值放大，放大后信号与 PWM 发生器的三角波产生控制芯片内功率管导通和关断的信号，进而实现电压的调节。

### 电流模式

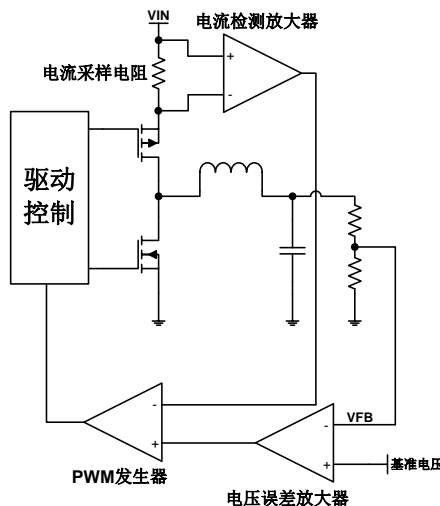


图 2. 峰值电流模式电路示意图

图 2 是峰值电流模式电路示意图。峰值电流模式控制是对电压模式控制的改良，峰值电流模式控制直接将电流波形用作 PWM 生成比较器中的斜坡波形，通常以检测功率管电流的上升斜坡部分取代电压模式使用的三角波。

为了降低损耗，检测功率管电流的电流采样电阻应尽可能小，这会导致得到的电流采样信号很小。虽然转换效率提高了，但是由于小的电流信号来自于功率电路，很容易受到噪声干扰，同时也会将噪声引入控制电路，让电路控制变得敏感。

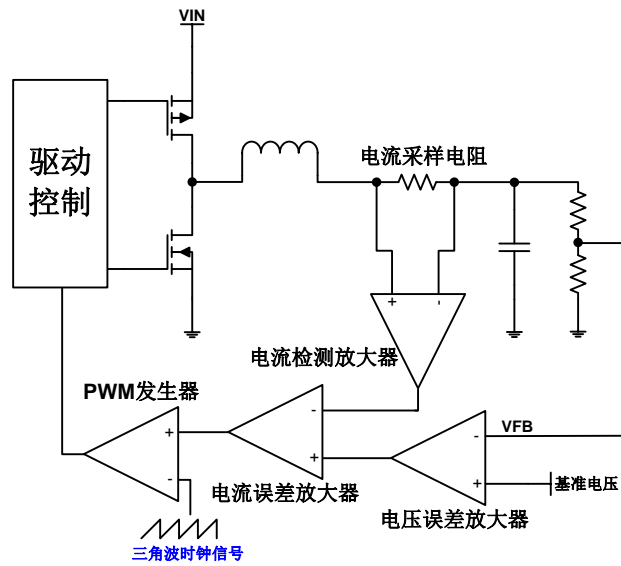


图 3. 平均电流模式电路示意图

图 3 是平均电流模式电路示意图，平均电流模式控制会采样电感电流，采样电流和误差电压输出比较后，经过补偿和放大后产生电流环误差信号，再与外部提供的斜坡波形进行比较（类似于电压模式）。

## 迟滞控制模式

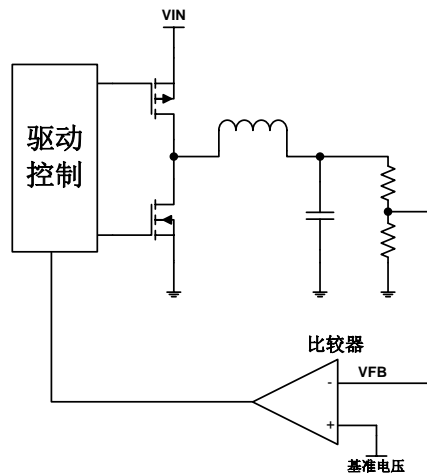


图 4. 迟滞控制模式电路示意图

图 4 是迟滞控制模式电路示意图。迟滞控制模式适用于需要快速瞬态响应的负载，因其检测并控制输出的纹波，故也称为纹波控制方式。

迟滞控制模式通过比较器直接监控输出电压，当反馈电压 VFB 大于基准电压高电平阈值时，芯片内功率管导通时间 (Ton) 终止，而当反馈电压 VFB 低于基准低电平阈值时，芯片内功率管关断时间 (Toff) 终止。

## 开关电源控制方式比较

控制方式	优点	缺点
电压模式	单个电压反馈环路，控制简单 抗电流噪声能力较强	相位补偿电路复杂 瞬态负载响应速度较慢
峰值电流模式	相位补偿电路相对简化 瞬态负载响应速度较快	电压反馈和电流反馈双环路，控制复杂 占空比大于 50%后需加斜坡补偿 抗电流噪声能力弱
平均电流模式	瞬态负载响应速度较快 抗电流噪声能力较强 无需斜坡补偿	较峰值电流模式控制更复杂
迟滞控制模式	无需相位补偿电路 瞬态负载响应速度最快	开关频率抖动大 输出电容需要较大的 ESR

## 结论

综上所述，开关电源芯片的控制方式有电压模式、电流模式、迟滞控制等 3 种。这 3 种控制方式各有优点和缺点，我们需要根据具体的情况来确定适合终端应用的控制方式。