

TEA1504 开关电源低功耗控制 IC

文章作者：兰云 祝龙记

文章出处：国外电子元器件

摘要：介绍了 Philips 公司开发的 Green Chip TM 绿色芯片 TEA1504 的内部结构及工作原理，该控制芯片集成了开关电源的 PWM 控制、高低频模式转换、栅极驱动和保护等功能，同时具有瞬态响应快，启动电流过冲小，待机功耗低等特点。

关键词：开关电源 TEA1504 脉宽调制 低功耗

1 前言

开关电源以其供电效率高，稳压范围大，体积小被越来越多的电子电器设备所采用，在大屏幕电视机、监视器、计算机等电器的待机或备用(stand-by)状态会继续耗电，为此，Philips 公司采用 BiCOMS 工艺开发出了被之为 Green Chip TM(绿色芯片)的高压开关电源控制芯片。该类集成芯片(IC)的稳压范围为 90~276V(AC)，能将开关电源待机功耗降至 2W 以下，其本身的待机损耗小于 100mW，并具有快速和高效的片内启动电流源；在负载功率较低时，它还能自动转换到低频工作模式，从而降低了开关电源的损耗。高水平的集成技术使 IC 的外围元件大大减少，以实现开关电源的小型化、高效率和高可靠性。本文介绍的 TEA1504 是 Green Chip TM 系列 IC 中的重要成员之一。

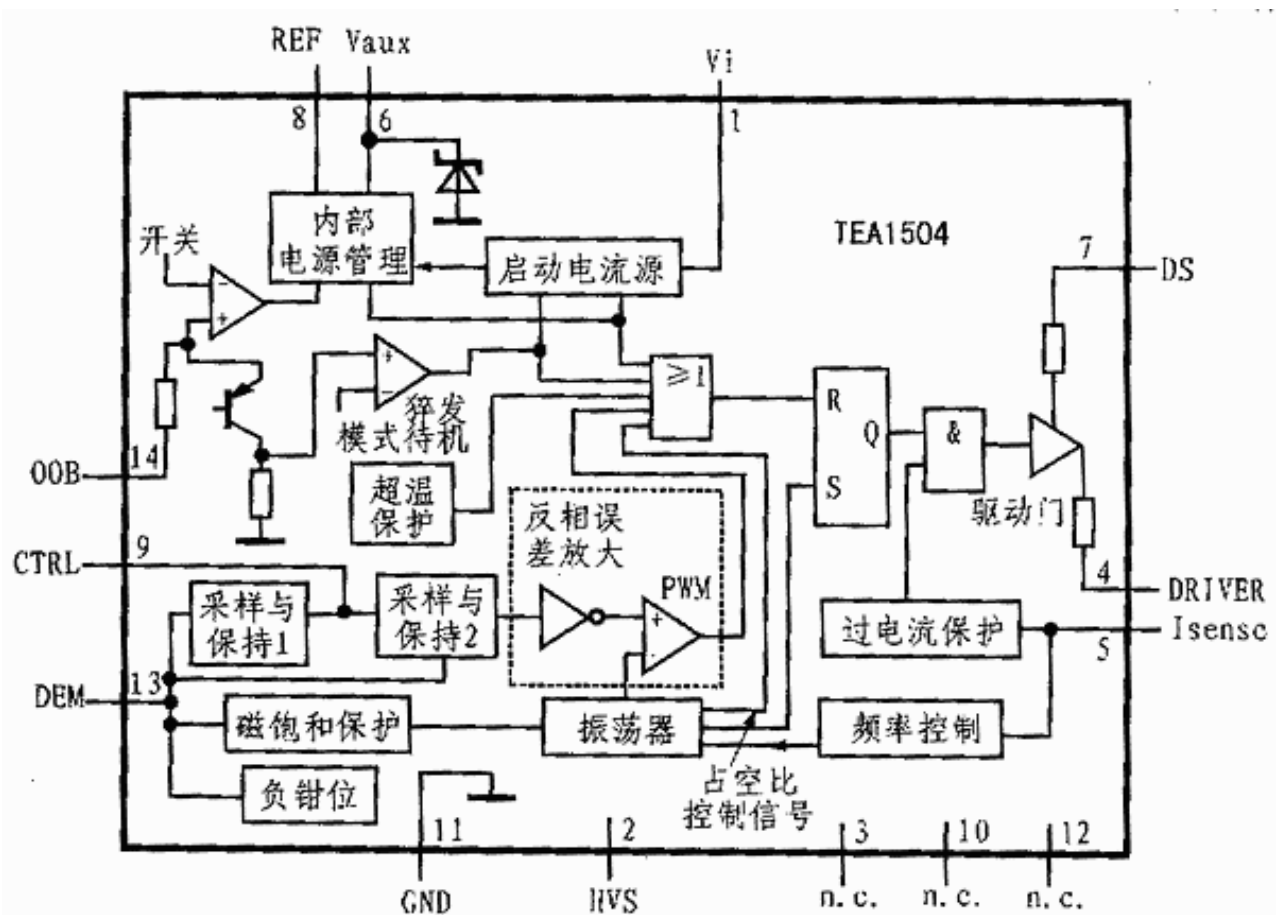


图 1 TEA1504 的内部原理框图

2 TEA1504 的工作原理

TEA1504 采用 14 脚双列直插式(DIP14)塑料封装，它的引脚功能如表 1 所列，内部原理框图如图 1 所示。该 IC 内部集模拟电路和数字电路于一体。它除含有误差放大器、振荡器、脉宽调制器(PWM)、锯齿波发生器等一般开关电源控制 IC 的单元电路外，还集成了高压启动电流源、独特的开、关功能电路和猝发待机(burst mode stand-by)电路。TEA1504 具有三种工作模式，即：正常开/关工作模式、猝发待机模式和轻负载功率低频模式。通过灵活设置工作模式可大大提高开关电源的工作效率。

表 1 TEA1504 引脚功能

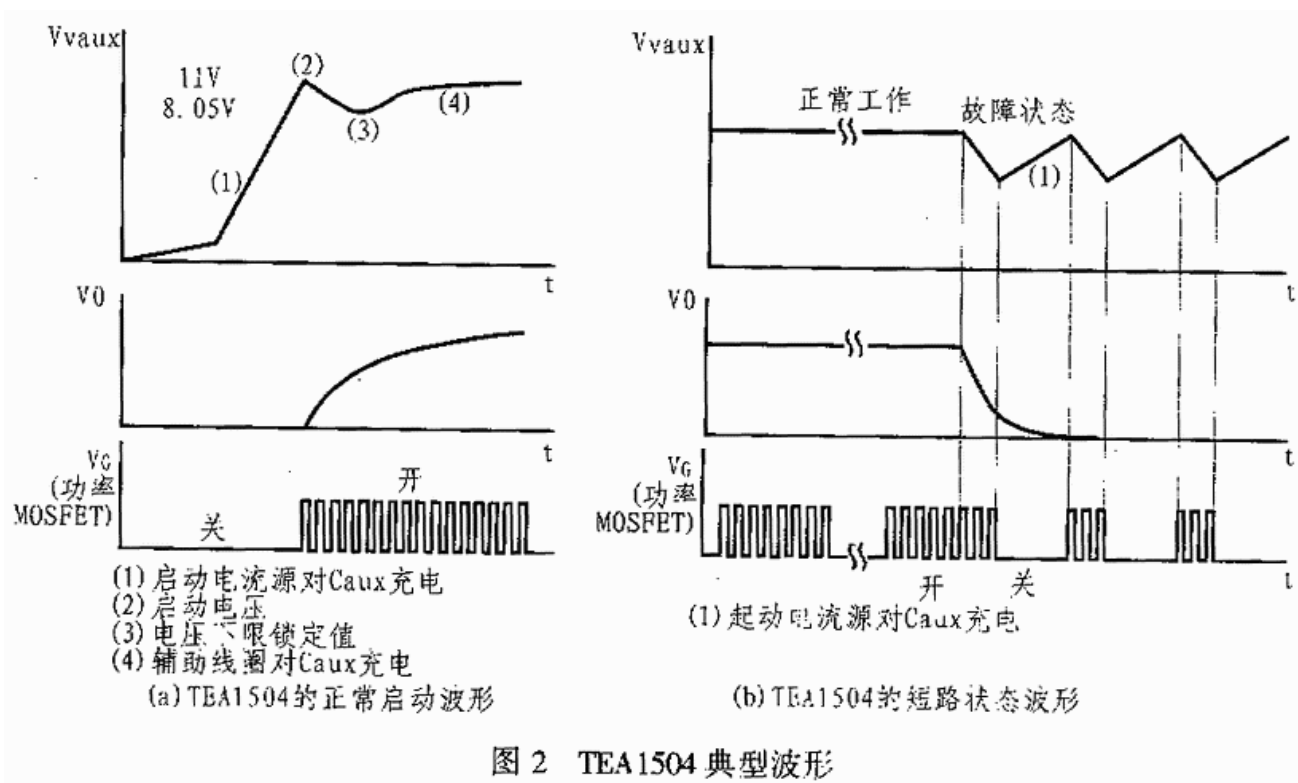
符号	引脚	功能
V_i	1	高压启动电流源输入
DRIVER	4	驱动信号输出，接功能 MOSFET 管的栅极
I_{sense}	5	电流取样输入，连接到电流取样电阻
V_{aux}	6	IC 电源端，连接到辅助电源滤波电容
DS	7	IC 内部驱动电路电源，可与 6 端共用电源
REF	8	参考输入，连接到参考电阻，于设置内部参考电流

CTRL	9	振荡周期和脉冲占空比控制
GND	11	地
DEM	13	消磁信号输入端
OOB	14	猝发待机模式，开/关工作模式控制信号输入端
n.c.	其它	未连

2.1 内部启动电流源和电源 Vaux 管理

TEA1504 内部设计有先进的启动电流源，因而无需外加高耗能的连续充电电路。启动电流源由外部主电压从 Vi 端 (pin1) 输入，可为 IC 的电源电容 Caux 提供充电电流，同时也为 IC 的内部控制电路提供工作电流。当 Vaux 端的电源电容被充电到 11V 时，振荡器开始起振，IC 输出脉宽调制信号 (PWM) 来驱动功率 MOSFET 管，从而使开关变压器的次级随之输出直流电压 Vo。Caux 上的电压在启动时有一次充放电的过程，启动时由启动电流源对 Caux 充电。当 Caux 上的电压上升到 11V 时，电路将产生振荡并输出 PWM 波。同时 Caux 上的电压开始下降，当该电压下降到下限门限值 8.05V 时 (UVLO)，开关变压器输出电压，从而使 Caux 被辅助绕组重新充电到 11V。TEA1504 的正常启动波形如图 2 (a) 所示。

另外，启动电流源还能帮助实现系统故障状态下的安全再启动或“打嗝”工作模式。一般在故障状态下，IC 将停止正常工作模式。因为当 IC 检测到输出故障状态时，会立即封锁驱动脉冲输出，而使 Caux 无法得到补充充电，从而使其电压随之下降，一旦 Caux 上的下降到电压下限锁定值，启动电流源将重新被激活，并将 Caux 充电到 11V，系统又开始进入安全再启动模式，如此往复循环。而在“打嗝”工作模式（其工作波形如图 2 (b) 所示），为了达到安全的“打嗝”工作模式，在安全再启动模式下，Caux 的充电电流 Irestart 应为 0.53mA，而正常工作模式下的充电电流 Istart 为 1mA，因而可确保在输出短路情况下系统元件不致损坏。IC 内带温度补偿的 2.5V 基准电压在经 REF 脚 (pin8) 外接参考电阻 RREF 后可产生一个不受温度影响的偏置电流 IREF，但应注意：RREF 的取值会影响到振荡频率。



2.2 脉宽调制器 (PWM) 与振荡器

TEA1504 使用独特的电压反馈结构。它的初级电压反馈信号通过 RDEM 从 DEM 端 (pin13) 输入, 采样与保持电路通过流入 DEM 端的采样电流来工作, 采样电流的大小与 RDEM 上的电压有关。次级采样电流的大小被储存在 CTRL 脚的外接电容 CCTRL 上, 并由它给 PWM 调制器设定驱动脉冲的占空比。在次级反馈电路中, 反馈电压一般通过光耦合器提供。

PWM 单元由一个反相误差放大器和比较器组成, 它输出的 PWM 波的占空比与 CTR 端 (pin9) 的控制电压成反比。来自振荡器的信号通过触发器送到功率 MOSFET 的驱动级可使 MOSFET 管开通, 而来自脉宽调制器的信号或占空比限制电路信号, 则可使 MOSFET 关断。当 PWM 输出波形不稳时, 触发器将停止输出 PWM 波形。PWM 波形的最大占空比为 80%。

在脉宽调制电路中, 将振荡器输出的锯齿波电压与误差放大器的输出进行比较, 可调整 PWM 波形的占空比。振荡器被全部集成在 IC 内, 通过内部电容的充、放电产生锯齿波, 锯齿波的斜坡段占整个振荡周期的 80%, 所以 IC 输出波形的最大占空比为 80%。改变外部参考电阻 RREF 的电阻值 (RREF 可在 16.9kΩ ~ 33.2kΩ 之间选择) 可使振荡频率在 50 ~ 100kHz 之间改变。IC 内部有一个频率控制单元, 它能根据输出负载的轻重自动使振荡器工作于低频或高频状态。当开关电源的输出功率小于最大输出功率的 1/9 时, TEA1504 将转换到低频工作模式, 低频与高频工作模式的频率比为 1:2.5。低频工作可减小开关电源的开关损耗, 而且在转换时不会影响到输出电压的调节。

TEA1504 输出的驱动脉冲正向电流可达 120mA，反向脉冲电流可达 550mA。它允许快速开通和关断功率 MOSFET 管。选择较低的正向脉冲，是为了限制 MOSFET 管开通时的 dV/dt (电压上升率)，以降低电路的电磁干扰 (EMI)，同时减少通过电阻 R_{sense} 的电流峰值。

2.3 TEA1504 的保护功能

TEA1504 的保护功能主要有过电流保护 (OCP)、过电压保护 (OVP)、140 超温保护和磁饱和保护等。其中磁饱和和保护是为了确保能提供间断性的电源输出、简化反馈控制电路的设计以及提供较快的暂态响应，从而防止变压器和电感元件在启动时出现磁饱和或储能元件在释放能量时承受的应力过大。另外，当开关电源的输出处在短路状态时，磁饱和和保护还能对开关电源提供逐周电流保护。

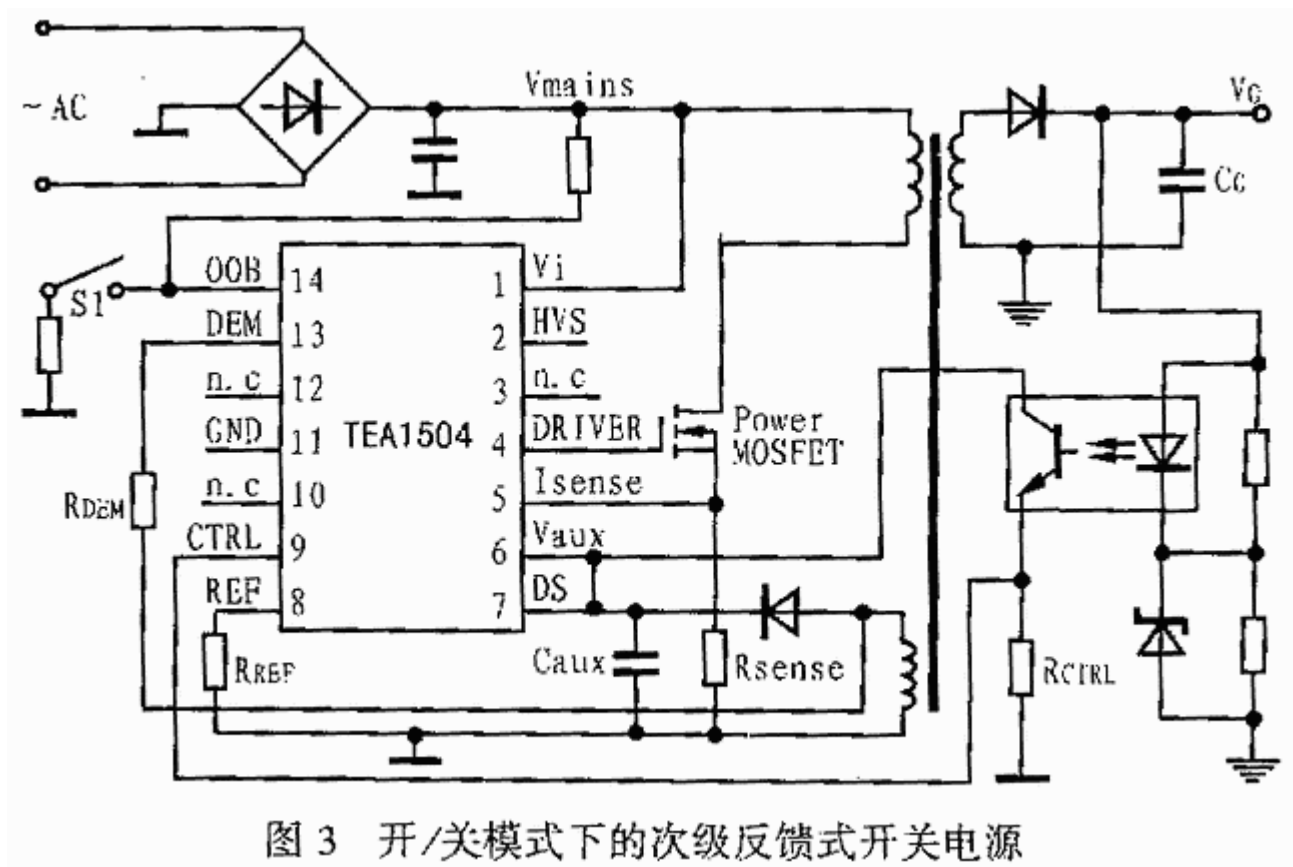


图 3 开/关模式下的次级反馈式开关电源

3 TEA1504 的应用电路

由 TEA1504 构成的开关电源的主要组成部分有 EMI 滤波器、全桥整流器、滤波电容、开关变压器、功率 MOSFET 管及缓冲电路等。取样电阻将初级电流转变为电压加到 I_{SENSE} 端 (pin5) 后，IC 将根据该电压来设置开关电流的峰值电流。辅助线圈用于给 C_{aux} 提供能量，从而提供给 IC 的内部电源，该线圈也是初级输出电压调节电路的一部分。电阻 R_{REF} 可决定进入 REF (pin8) 的参考电流。电容 C_{CTRL} 的取值很小，一般为 $0.2 \sim 2nF$ ，通常接到 $CTRL$ 端 (pin9)，因此可通过内部的采样

保持电路来调节初级反馈，同时这一端也是次级光电耦合器的信号输入端。输入端 00B(pin14)可选择开/关模式或猝发待机模式。主输入电源连接到 Vi (pin1)，可作为 IC 内部启动时的电流源，同时在启动和安全再启动模式下给电容 Caux 充电。

图 3 是一种采用开/关模式的反馈式开关电源。图中，开关 S1 的一端连接到 00B 端 (pin14)，另一端连接到地或 2.5V 电压上。如果 V00B 为低电平，则 IC 进入关断模式，VI 脚消耗电流的典型值为 350μA；如果 V00B 为 2.5V，则 IC 将安启动时序开始正常工作，此时 Ivi=60μA。

图 4 是另一种使用 3 只电阻的开关模式开关电源，假定 R3 的阻值很高，那么，在 IC 启动时，如果 V00B=2.5V 且 $R1 \gg R2$ ，那么，由 $V00B = V_{mains} R2 / (R1 + R2)$ 可以得出： $V_{mains} = V00B R1 / R2$ ，这就确保了只有当主电压高于某一值（例如 $V_{mains} = 80V$ ）时，开关电源才能进行工作模式，从而使得流过 R1 的电流降低。IC 的 00B 脚 (pin14) 也可用于猝发待机模式。在 IC 待机状态下，开关电源进入一种特殊的低功耗状态，其功耗低于 2W。实际上，图 4 也是一种利用猝发式待机和开/关模式的反馈式开关电源。图中，当微处理器 (μP) 将次级的开关 S2、S3 闭合时，系统进入猝发待机状态，开关 S2 将次级绕组连接到微处理器电容 (Cμc) 可旁路掉输出电容 C0。当 Cμc 上的电压高于稳压管 (Vz) 的击穿电压时，光耦合器被触发并将反馈信号送到 00B 端，以使 IC 停止工作而进入“打嗝”模式。系统故障状态下的“打嗝”模式与猝发模式工作期间的“打嗝方式是不同的。系统故障时，在安全再启动状态下的输出功率非常小，而猝发模式还需输出足够的功率提供给微处理器。为防止变压器发出噪声，变压器的峰值电流应减小 3.3 倍，也就是说，在 μP 打开开关 S2 和 S3 之前，猝发式待机模式一直持续。S2 和 S3 一旦打开，系统则进入启动时序并开始正常的开关。

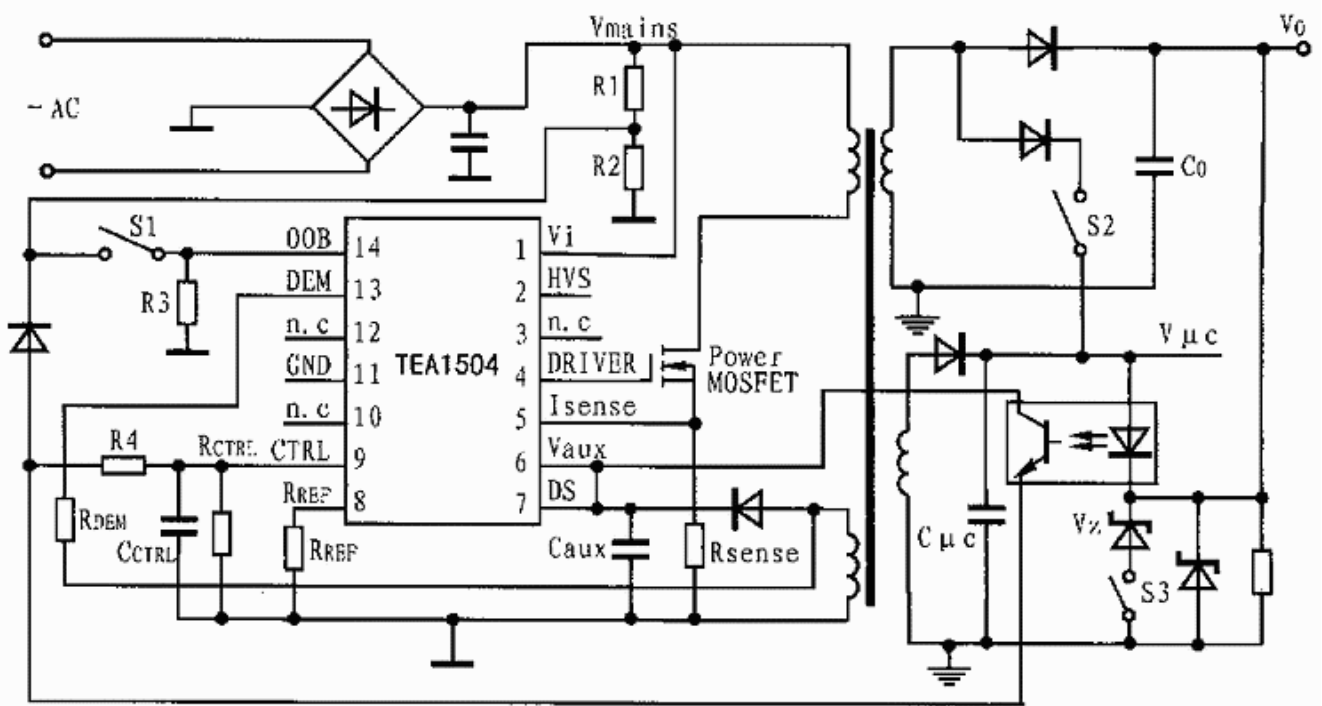


图 4 猝发待机模式下的次级反馈式开关电源

4 主要电气性能

TEA1504 的 Vin 脚最高重复电压为 600V ,工作电流为 20 ~ 100 μ A。O0B 脚的最高电压为 14V ,DEM 脚的最大电流为 \pm 1mA , Vaux 脚的最大电压范围为 0.3 ~ +18V , VCTRL 和 Isense 引脚的最大电压范围为 -0.3 ~ 5V , REF 脚的最大电流为 1mA , 工作温度范围为 -10 ~ +140 。

TEA1504 的 6 脚启动电压为 11 ± 0.6 V ,电压下降门限值为 8.05V。6 脚的启动电流最大值为 -1mA ,正常工作电流为 3.85mA。