



提高轻载效率的工作模式

电源IC的间歇式工作模式或绿色工作模式概述及其对轻载测试的意义

2020年6月3日

目录

1. 背景
2. 电源产品设计的意义
3. 脉宽调制芯片“绿色工作模式”的效率特性
4. 间歇式工作模式或绿色工作模式的设计考量
5. 结论



背景

近年来，电子行业一直在努力提高新产品的效率，以及减小轻载与待机损耗。其目的是降低产品在整个寿命周期中的总的能耗。

许多的行业标准，例如欧盟委员会的生态设计指令和美国能源部的六级能效指令，都规定了在各种负载条件下的最低转换效率。

电源产品设计必须符合这些能效标准。电源制造商必须依据这些标准对电源产品在各种负载条件下的效率进行测试和报告。本文简要的阐述了降低轻载功耗的意义以及方法。

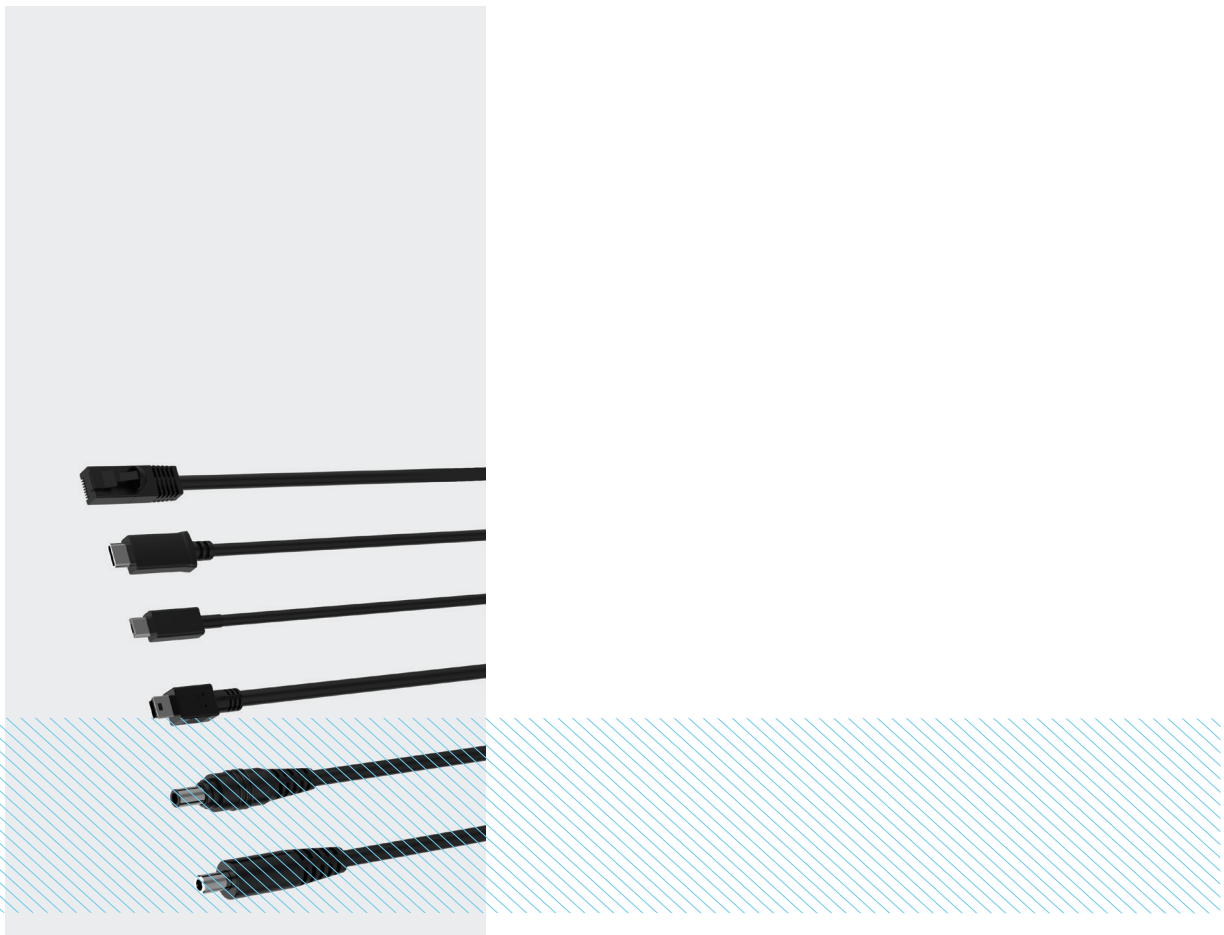
电源产品设计的意义

耐比特所有的客户终端设备（CPE）解决方案都是基于开关电源技术设计的。它通过脉宽调制（PWM）的芯片来控制功率器件的开关来实现电力的变换。开关电源（SMPS）是一种高效、经济的消费电子产品电源解决方案。

一个有效的开关电源设计会根据输出负载来优化开关频率。为了得到更高的效率，往往负载越大，开关频率会越高。然而，一个开关电源的效率还在很大程度上取决于开关元器件（如MOSFET）的开关损耗和其他无源器件的损耗。

在正常的工作条件下，我们希望尽可能的降低功率器件的开关损耗，以确保电源尽可能高效的运行。而开关损耗是与开关频率成正比的。

然而，在轻载或空载条件下，较高的开关频率会使电源的效率变低。因为这时的开关损耗比重较大，无源器件的损耗也会更高。为了补偿这种开关损耗，脉宽调制芯片的内部集成了一种“绿色工作模式”的功能



脉宽调制芯片“绿色工作模式”的效率特性

为了满足对更高效率和更低待机功耗的需求，PWM芯片厂商引入了一种被称为“间歇式工作模式”（Burst Mode）或“绿色工作模式”（Green Mode）的功能。当芯片检测到轻载工作的条件时，可以调整开关频率，来最大限度的提高电源的效率，从而满足国际能效标准要求。

例如，电源控制芯片制造商立锜科技的一款反激电源控制芯片有三种工作模式：

1. 脉宽调制模式（PWM Mode）：在大多数的负载条件下，电源将以传统的脉宽调制模式运行，开关频率也会根据输入输出条件被设计到最优。
2. 间歇工作模式（Burst Mode）：在轻载条件下，IC会切换至间歇工作模式。它通过让功率开关器件间歇式工作来降低开关损耗。如图1所示，在轻载时，当反馈信号VCOMP电平低于VBURL时，IC会关闭功率器件的驱动。直到反馈信号VCOMP电平再次达到VBURH时，IC才会继续开通功率器件的驱动。这样就形成了间歇式的工作模式。在IC关闭驱动的时候，功率器件没有开关损耗，因此电源在轻载条件下的效率会显著提升。
3. VDD保持模式（VDD holdup Mode）：当VDD（芯片供电脚）电平降低到关闭阈值电平的时候，控制芯片将关闭工作，导致电源无输出。为了避免空载或负载瞬变时VDD触及关闭阈值电平，当VDD电平低于芯片内部某设定值时，芯片会进入到VDD保持模式，确保电源不会关机，并仍可为VDD引脚提供很小但足以维持工作的能量。

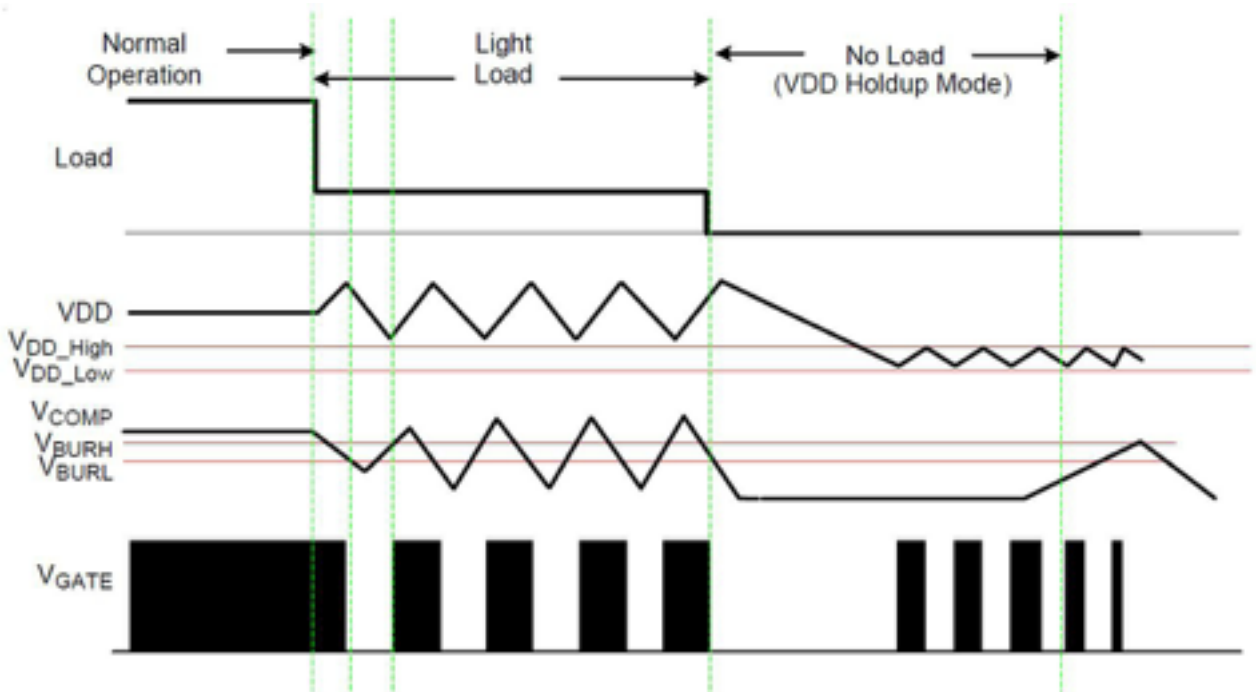


图1 . 间歇工作模式

间歇工作模式或绿色工作模式的设计考量

在间歇工作模式下，电源的反馈控制回路会被关闭。芯片会监测电源的输出条件，并通过一个数字开关来确定最小的驱动脉冲数量，从而最大限度的提高电源轻载效率。

这个数字开关可以确保电源在轻载条件下的各项输出指标，例如在空载和轻载条件下的输出调整率、动态响应等指标。但请注意，由于在间歇工作模式下电路的工作方式发生了明显的变化，所以电源环路的相位裕量和增益裕量也会发生变化，有时候可能裕量会比正常工作模式时变小。因此一般我们不测试电源工作在间歇工作模式时的环路指标。

结论

随着降低电子设备的总功耗以减少二氧化碳排放变得越来越重要，现代的开关电源设计都采用了这些具有绿色工作模式的脉宽调制芯片。

由于这些工作模式都是集成在芯片内部的，因此在电源产品的测试和认证期间，必须考虑到产品在轻载或空载条件下的性能。