

参考资料：

## 2019 年还有哪些低频 PWM 调光的笔记本电脑？

<https://www.zhihu.com/question/327711146/answer/704161088>

## PWM 调光科普(上篇)：人类显示器的黑历史

<http://www.igao7.com/news/201807/oJMDaPCKHbeufGdI.html>

**Notebookcheck**(简称 nbc)网站

<https://www.notebookcheck.net/PWM-Ranking-Notebooks-Smartphones-and-Tablets-with-PWM.163979.0.html>



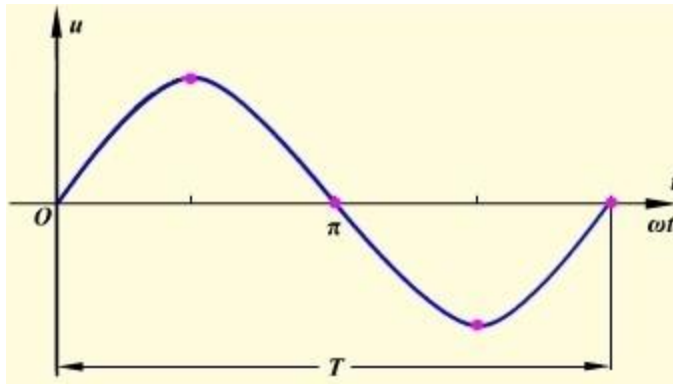
防伪标识

没有特别注意文章结构，临时有感随便写写~

本文主要讨论笔记本屏幕 PWM 调光的危害及其引申出的其他话题

### “人工照明的历史，就是闪烁的历史”

从特斯拉的交流电，打败爱迪生直流电的那一瞬间，仿佛就决定了人类照明的闪烁史。因为，所有在交流电源下工作的光源都会闪烁.....



大部分人在 **80Hz** 之后就看不出闪烁了，但即便如此，仍有部分人会因此觉得**眼睛累、眼睛痛**。2015 年的电气和电子工程师协会文档 IEEE Std 1789-2015 指出，照明闪烁会产生潜在不利影响：

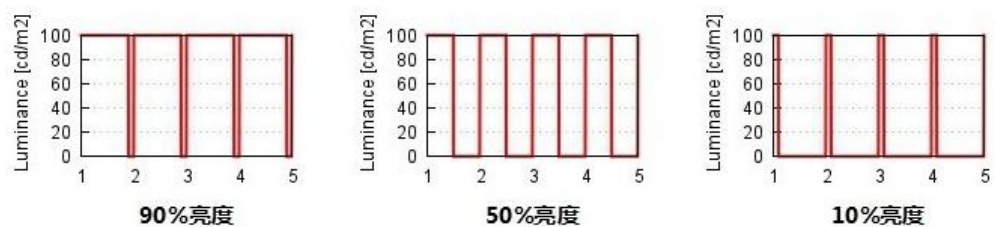
- 光敏性癫痫或闪烁光诱导的癫痫发作（0.1%人口）
- 偏头痛或严重的头痛，常伴恶心、视觉紊乱
- 增加自闭症人的反复行为
- 视力衰弱包括：眼过劳、疲倦、视力模糊

1997 年 12 月 16 日，日本电视台播放的宝可梦第 38 话《电脑战士多边兽（旧译为 3D 龙）》，为了渲染电脑世界中的战斗，**大量使用 12Hz 的红蓝闪光展示爆炸场面，直接导致日本全国出现了 700 例癫痫症（650 例是儿童）。**

- **屏幕的亮度由数字信号进行调控**，数字信号控制虽然成本低，但它最尴尬的地方是，无论是用高低电平做标识、还是光源的断电和通电，都只对应“0 和 1”两种状态。**针对这次说到的调光问题，数字信号的控制，只能**

生成“开和关”两种状态，亮度要么是 0，要么是 100%。也就注定做不到模拟信号那样的无级亮度调节了。

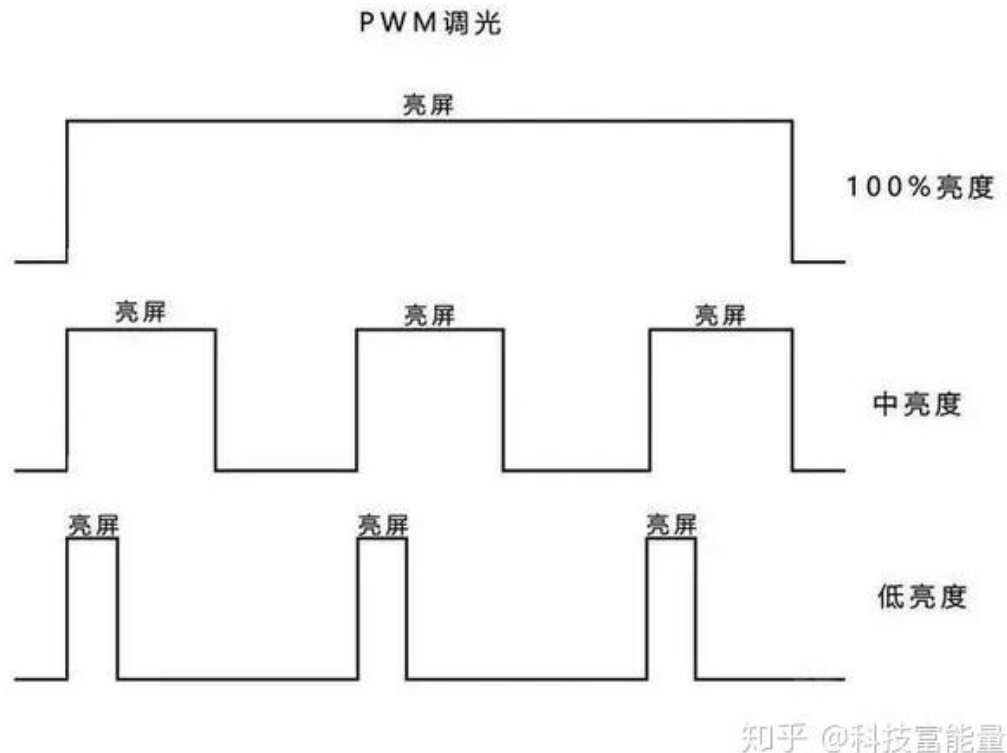
- 人类发现肉眼反应速度有限，又有所谓“视觉暂留”的特性。只要光源“明灭”切换速度够快，肉眼就察觉不出来了。PWM 调光就这样粉墨登场了..... 通过闪烁来形成“载波”，然后控制“明和灭”的时间比值（占空比）就能达到控制亮度的效果：



在每秒超过 N 次的闪烁中，如果需要的亮度低，那就让灭掉的时间占比提升。例如，如果要把亮度调到 10%，只要让亮的时间占比达到 10%即可。虽然听起来有点鸡贼，但 PWM 调光的优点还挺多的，结构简单、精度高、控制“亮度变化”不会导致明显偏色之外，还省电、发热低。

还有一种比较好的解释：

PWM 调光——其原理简单来说就是运用“亮、灭、亮、灭...”的不断交替来改变屏幕亮度。



虽然上面提到，大部分人肉眼无法察觉到超过 80Hz 的闪烁，但余光部分其实可以检测到更高频率的闪烁，**神经系统和大脑皮层可以检测到约 160Hz 的刺激，视网膜更加敏感，可以对 200Hz 的闪烁做出反应。**这些都曾被证实可以造成头痛、偏头痛和疲劳。

---

### DC 直流调光与高频 PWM 调光

---

## DC 直流调光

相较于 PWM 调光，DC 调光通过改变电压来调节亮度，从原理上决定了 DC 调光不会出现屏闪，对我们的眼睛是有好的。

缺点：影响显示素质

好多年前的三星 S2 手机上，三星就用过 DC 调光，但由于 OLED 屏自发光特性，无需所有像素一直亮着，采用 DC 调光后电流或电压的降低或让一些子像素出现损

**坏或衰退**，结果就是色彩完全偏了，变得面目全非。

要减小电压改变造成的色差是 DC 调光的一大难题，这也是市面上 dc 调光笔记本较少的原因。

## 高频 PWM 调光

高频 PWM 调光算是一个折中的方案，

屏幕闪烁的频率越高，我们就越不容易觉察到屏幕闪烁，因此我们的眼睛受到的刺激也就越小。根据这个道理，一款笔记本，即使不是 dc 调光，但只要它的 pwm 调光的屏幕频率足够高，那么它对我们的眼睛也是足够安全的。

***NBC 网站的报告说，对一般人来讲，pwm 频率在 500hz 以上基本就没有大问题；频率在 500 以下，会对少部分群体有点影响(据推测)；频率在 250 以下，则可能会使很多用户感到眼睛不适，甚至头疼。***

***做到 500Hz 以上频率的 PWM 调光，既可以保留 PWM 调光省点，基本不会导致偏色的优点，又将对人眼的刺激压制在安全的范围之内，算是如今比较好的解决方案。***

***Nbc 网站收录了绝大多数主流 笔记本/平板 的 屏闪频率，链接在开头已经给出。***

再 给 一 次 链 接：  
<https://www.notebookcheck.net/PWM-Ranking-Notebooks-Smartphones-and-Tablets-with-PWM.163979.0.html>

Show Restrictions				
	Model	Screen Resolution	Screen Type	Response Times PWM Frequency
<input type="checkbox"/>	Asus ZenPad 3S 10 Z500KL	2048x1536	IPS	142900
<input type="checkbox"/>	Dell Inspiron 13 7386 2-in-1	x		135000
<input type="checkbox"/>	Dell Inspiron 13 7380	1920x1080	IPS	135000
<input type="checkbox"/>	Apple MacBook Pro 16 2019 i9 5500M	3072x1920	IPS	131700
<input type="checkbox"/>	Lenovo Ideapad 720S-13IKB	1920x1080	IPS	131000
<input type="checkbox"/>	Lenovo Ideapad 720S-13ARR	1920x1080	IPS	128000
<input type="checkbox"/>	Acer Aspire 7 A717-71G-72VY	1920x1080	IPS	125000
<input type="checkbox"/>	Asus GL702ZC-GC104T	1920x1080	IPS	122000
<input type="checkbox"/>	Acer Aspire 5 A517-51G-80L	1920x1080	aSi TFT, IPS	122000 <sup>n2</sup>
<input type="checkbox"/>	Acer Predator Helios 300 PH317-52-51M6	1920x1080	IPS	122000
<input type="checkbox"/>	Fujitsu Celsius H980	1920x1080	IPS	120500
<input type="checkbox"/>	Apple MacBook Pro 15 2016 (2.9 GHz, 460)	2880x1800	IPS	119000
<input type="checkbox"/>	Apple MacBook Pro 15 2017 (2.8 GHz, 555)	2880x1800	IPS	119000
<input type="checkbox"/>	Apple MacBook Pro 13 2017 Touchbar i5	2560x1600	IPS	119000
<input type="checkbox"/>	Lenovo V320-17IKB 81AH0002GE	1920x1080	IPS	119000
<input type="checkbox"/>	Acer Predator Helios 300	1920x1080	AH-IPS, WLED	119000
<input type="checkbox"/>	Asus ROG Strix GL703VD-DB74	1920x1080	IPS	119000
<input type="checkbox"/>	Medion Eraser X7857	1920x1080	IPS	119000 <sup>n2</sup>
<input type="checkbox"/>	Asus VivoBook Pro 17 N705UD-EH76	1920x1080	IPS	119000
	Model	Screen Resolution	Screen Type	Response Times PWM Frequency
<input type="checkbox"/>	Schenker XMG A707 Coffee Lake	1920x1080	IPS	119000
<input type="checkbox"/>	Lenovo V320-17IKB-81CN000MGE	1920x1080	IPS	119000
<input type="checkbox"/>	Apple MacBook Pro 13 2018 Touchbar i5	2560x1600	IPS	118000
<input type="checkbox"/>	Apple MacBook Pro 15 2016 (2.6 GHz, 450)	2880x1800	IPS	117000
<input type="checkbox"/>	Apple MacBook Pro 15 2018 (2.6 GHz, 560X)	2880x1800	IPS	117000

最右侧的数字就是屏闪频率，频率不为 0 时，频率越高对人的刺激越小；频率为 0

说明没有检测出屏闪，应该为 DC 调光或者其他技术，对人的刺激应该是最小的。

除了一些新品，主流型号在 NBC 上应该都能查到

## 一、主流品牌笔记本电脑的低频 PWM 调光型号整理（转自知乎）

（资料收集于 nbc 和笔吧评测）



---

出于护眼的考虑一下型号真的不推荐购买

---

(1) 华为:

- 荣耀 Magicbook (200hz)

↑ 我目前正在用的型号，长时间面对屏幕打代码之后眼睛有明显的疲劳感，相比之下我用台式机的屏幕并没有明显的感觉。我十分不推荐计算机专业的同学买这种低频 PWM 调光的笔记本，省了几百块确坏了身体的话得不偿失。



- Matebook D 14 (i5 8250u/r5 2500u, 约 200hz, 不要和 matebook 14 搞混了)

(2) 小米:

- Ruby 15.6 寸 (8250u, mx110 显卡, 频率仅为 60hz!)
- 小米 Air 13 2018 (i5 8250u, 1080p, 220hz, 面板 id: SHARP LQ133M1JW15)

——需要注意的是，这里只给出了 Air 13 的一个版本，据吧友提醒，小米 air 也混用了不同型号的面板，它们的具体参数是不一样的。

### (3) 联想：（联想小新 Air 13/14 应该就是 S530/540）

- Yoga 720 (i7 8550u, 1080p 版本, 90%亮度以下 pwm, 350hz)
- Yoga 520 (347hz)
- 小新 Air 13 [S530] (i5 8265u, 1080p, 90%sRGB, 192hz, 面板 id: BOE07D7)
- 小新 Air 14 [S540]的 intel 版 (i5 8265u, 1080p 雾面屏, 99%以下亮度 pwm, 352.1hz, 面板 id: NV140FHM-N48)
- 二合一平板 Miix 520 (i7 8550u, 1080p, 200hz)
- 小新 Air 15 2019 8 代 U 版

### (4) 戴尔：

- Latitude 3590 (1080p, TN 屏, 250hz)
- Latitude 3390 (1080p, 208hz)
- 成就 15 5581 (i5 8265u, MX130 显卡, 1080p 版, 208hz)
- 灵越 13 7386 (1080p, 203.3hz)
- 灵越 14 5482 (2 合 1, 1080p 版本, 198.4hz)
- 灵越 13 5379 (1080p, 192hz) 等等
- XPS 15 7590 4K OLED 版 (i9 9980hk, 1650 显卡, 100 亮度下, 59.52hz, 面板: Samsung 156WR04, SDCA029)

P.S. 10 纳米 CPU 的 **XPS 13 7390 2-in-1** (i3 1005G1, 1200P 屏), 在 25%亮度下使用 2525hz 的高频 pwm 调光, 面板 id 为 Sharp LQ134N1。

### (5) 宏碁：

- Swift 1 (768p, 200hz)
- **Swift 3 14** (i7 8565u, mx250, 1080p, 250hz)

—— Swift 3 14 存在面板混用, nbc 发现, i3 8145u 的版本使用了一块高频 pwm 调光屏幕。

### (6) 惠普：

- Envy 13 x360-2018 AMD 版 (r5 2500u, 99%亮度下为 pwm, 201.6hz)
- Pavilion Gaming 15 (旧款光影精灵, i7 8750h, 1050ti, 1080p 版本, 90%亮度下为 pwm, 208hz)
- **星 14** (8550u, mx150 版本, 90%以下 pwm, 200hz)
- 暗影精灵老款 (i5 8300h, 1050ti, 1080p, 200hz)
- Pavilion x360 15 (bk102ng, 50hz! )



## 二、有没有 DC 调光的笔记本名单呢？

答：DC 调光作为一大卖点，厂家一定会放在显眼的位置宣传。如果你想买的笔记本的商品页面没有宣传 DC 调光，那它就 100%不是 DC 调光。

↓小新 13PRO

# 色彩明艳 毫发毕现

高色域广视角IPS屏幕，呈现真实准确的色彩  
双重护眼保障，减少屏幕对眼睛的伤害

2560<sub>x1600</sub>  
分辨率

100%  
sRGB色域(典型值)

DC  
调光无频闪

德国莱茵 TÜV  
低蓝光认证



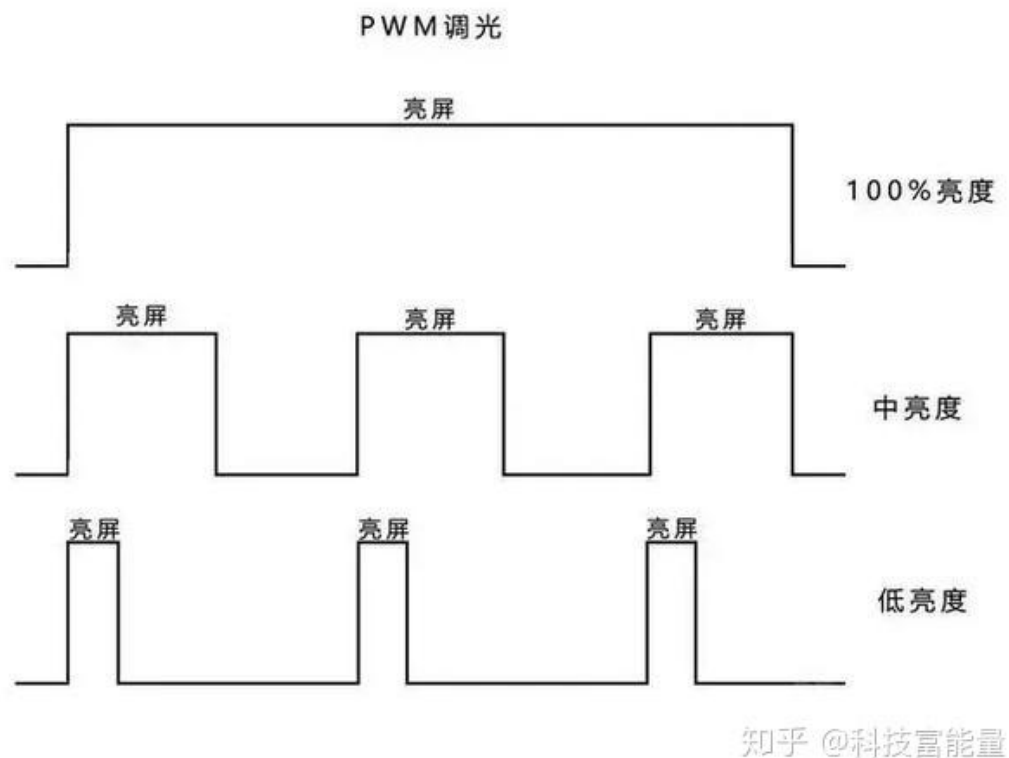
## 三、主流品牌低价位高频 PWM 调光型号整理（不完全）

- Surface Pro 6: i5 8250u, 128g 版, 面板: LGPhilips LP123WQ112604
- 小米 Pro 15.6 寸: i5, 1080p 版, 面板 id: BOE0747 NV156FHM-N61 ——有面板混用
- 华为 Matebook 13: i7 8565u, 30%亮度下, 60240hz, 面板: Chi Mei CMN8201

- 荣耀 Magicbook Pro: 笔吧猪王 宣称为非低频 PWM, 见其微博
- 惠普战 66 二代, 13/14/15/寸: 国外命名为 Probook 430/440/450 G6, intel 处理器, 1080p 低色域屏版 ——高色域版(72%ntsc)暂无数据
- 惠普 Envy 13: i7 8565u, 1080P 72%ntsc, 4000hz, 面板 id: InfoVision M133NVF3 R2
- 惠普 Elitebook: 735 G5 (r7 2700u, 1080p, 72%ntsc); 755 G5 (r7 2700u, 1080p, 72 色域版)
- 戴尔灵越 13 7380: i7-8565U, 1080p LG 屏, 72ntsc, 90%亮度以下“超高频”pwm 调光 (13.5 万 hz!)
- ThinkPad T495: AMD R5 pro 3500u, 1080P 高色域屏, 26040hz, 面板 id: N140HCG-GQ2
- 机械革命 S1: 屏幕限定为奇美屏 CMN14D5, 仅在 22%亮度下用 pwm (这块屏也被微星 PS42 使用)

## 如果你已经买了低频 PWM 调光的笔记本

也不是无计可施，还是能挣扎一下的~



根据 PWM 调光的原理，我们可以提高屏幕的亮度，增加亮屏的时间，减少屏闪。还有通过驱动调整屏闪频率的做法，由于有一定风险这里不再赘述。

当然不想折腾的话重买可以解决 100%的问题

## 最后说几句

一分钱一分货这句话在哪里都是适用的，很便宜的笔记本一定会在你看不到的地方给你缩水。单单对一个屏幕而言，色域，gamma 值，色温，色差，均衡度，PWM 调光，面板，刷新率，灰阶响应，防撕裂，HDR……你能透过商品链接的表述了解到的能有多少？

笔记本里面的学问非常多，几乎没有人能够做到面面精通。

知乎的笔电圈有许多大佬，有兴趣的话多逛逛知乎会有很多收获的。

我所做的是将更多的人引入这个门，让大家能注意到到产品的深层。不会再说类似：“XX 笔记本配置还没我 3000 的台式机好，凭什么敢卖 8000，买的人全都是傻\*”的这种言论。

**在你看见和看不见都地方都有成本。**