

加快 TPA2028D1 对突发音信号（短暂提示音）的响应

Peter Wei

China Telecom Application Team

摘 要

TPA2028D1 是 TI 针对便携设备推出的具有 AGC/DRC 功能的低功耗 D 类放大器。由于性能突出，在业界得到了广泛的应用。而其本身可以通过 I2C 进行配置，从而使得设计者能够根据不同的应用，优化芯片设置，获得更好的效果。

本文讨论了怎样优化 TPA2028D1 设置，使其能够更好的快速响应智能手机等设备中的突发音，例如键盘音，提示音等信号。

目 录

1	介绍	1
2	TPA2028 的两种关闭/使能方式	1
	2.1 硬件关闭/使能	1
	2.2 软件关闭/使能	2
3	利用不同的应用模式选择合适的参数设置	2
	3.1 适合突发音的设置	3
	3.2 突发音设置的时序控制	4
	3.3 实际案例	5
4	总结	7

图

1	硬件使能 TPA2028D1 增益递增	3
2	软件使能 TPA2028D1 增益递增	3
3	输出延迟	4
4	实际案例更改前 TPA2028D1 输出递增波形	6
5	实际案例更改后输出波形	6

介绍

TPA2028D1 是 TI 针对移动设备推出的高效率 D 类放大器。所集成的 DRC 和 AGC 功能能够根据输入信号的大小自动调整放大器的增益，以达到防止功放削波失真的目的，并且有效的提升输出平均功率，从而改善音乐的回放效果。

TPA2028D1 具有灵活的可配置性。设计者能够通过 I2C 访问其寄存器，对放大器使能，增益，响应速度等多个参数进行配置，使其能够针对不同的应用场景进行优化。

由于 DRC 和 AGC 会根据信号大小调节增益，针对连续的音乐信号需要设置一定的 Attack Time 和 Release Time 来保证优良的回放效果。但是对于突发音信号维持时间过短，并且由于省电的需要，需要在播放前使能 TPA2028D1，并在播放结束后将其关闭。因此一些设计中，在播放例如键盘音或拍照音的时候存在声音过小，或声音渐变等现象。

本文通过对此现象的成因进行分析，讨论了如何通过优化芯片参数的设置，解决的类似问题的方法。

2. TPA2028 的两种关闭/使能方式

TPA2028 可以通过硬件和软件两种方式进行关闭和使能。

- 通过芯片 EN 管脚，硬件的使能关闭方式；
- 通过芯片寄存器 0x01 bit6 EN 和 bit5 SWS，软件的使能关闭方式。

2.1 硬件关闭/使能

关闭：

- EN 管脚置低，芯片进入关闭状态，所有寄存器被清除

使能：

- EN 管脚置高，芯片进入使能状态，所有寄存器进入初始状态，如 Table 1。由于在初始状态寄存器 0x01 EN=1 SWS=0，功放部分使能，可以直接进行播放；

Register	0x01	0x02	0x03	0x04	0x05	0x06	0x07
Default	C3h	05h	0Bh	00h	06h	3Ah	C2h

Table 1. TPA2028D1 寄存器初始值

TPA2028D1 的设计为，芯片使能后放大器初始增益由 Fixed Gain 决定。而 TPA2028D1 Fixed Gain 寄存器 Reg5/bit5:0 初始值为 00110，即 6dB，因此在此状态下放大器的增益初始值固定为 6dB。由于 Max Gain 寄存器 Reg7/bit7:4 初始值为 30dB，因此此时播放的信号以 Release time 寄存器 Reg3/bit5:0 的初始值 1.81 秒/6dB 的速度，从 6dB 慢慢向 30dB 增加。如 Figure 1 所示。因此会造成明显的淡入效果，对于存在时间过于短暂的信号，则造成过小的现象。

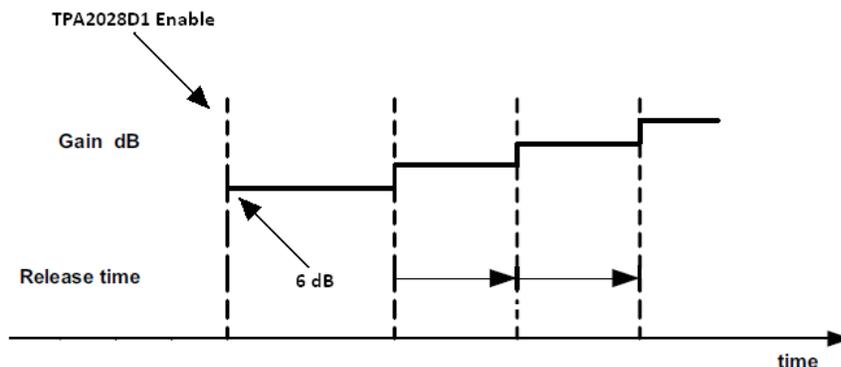


Figure 1. 硬件使能 TPA2028D1 增益递增

2.2 软件关闭/使能

关闭:

- EN=0 (Reg1/bit6) 或者 SWS=1 (Reg1/bit5)

使能:

- EN=1 (Reg1/bit6) 或者 SWS=0 (Reg1/bit5)

EN 和 SWS 不会清除寄存器的设定状态，所有寄存器值维持原先的设置，因此 TPA2028D1 在软件使能之后可以按照设定的 Fixed Gain 和 Max Gain 以及 Release Time 进行变化。如 Figure 2 所示。因此只需要设置合适的 Fixed Gain, Max Gain 和 Release Time，就可以控制这种变化，从而消除 AGC 和 DRC 带来的淡入淡出问题。

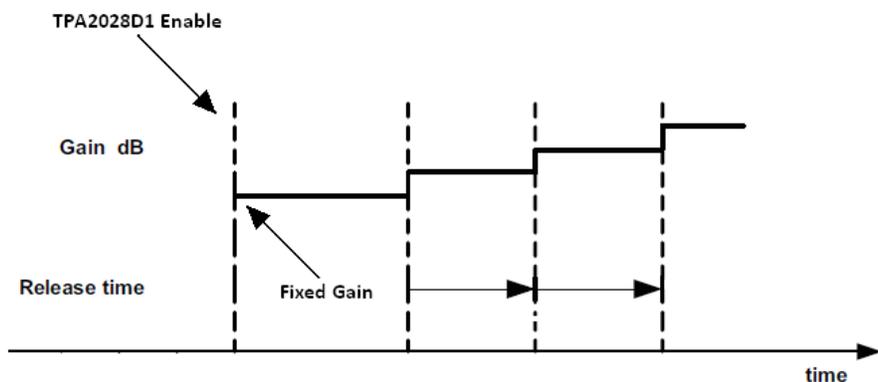


Figure 2. 硬件使能 TPA2028D1 增益递增

值得注意的是，由于芯片内部状态的建立需要时间，因此会产生一定的输出延迟。TPA2028 的延迟在 6ms 左右，由于这个时间相对 Ramp up 的时间相对短暂，而且处理器播放突发音时普遍存在一定的延迟，所以在一般的设计中输出延迟可以忽略。但如果在实际的应用中有处理器播放未加延迟的情况，则可以通过在处理器播放突发音文件前加入 6ms 延迟来解决。

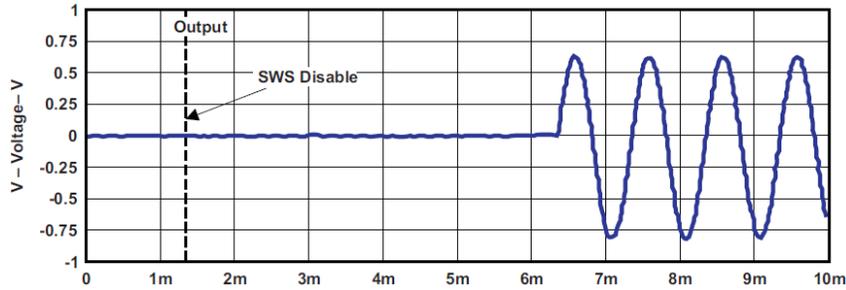


Figure 3. 输出延迟

3. 利用不同的应用模式选择合适的参数设置

根据上面对突发音淡入现象原因的分析，为了解决 TPA2028D1 对突发音信号的响应问题，解决问题的方式为：

- 用软件使能 TPA2028D1 代替硬件使能；
- 缩小设置的 Fixed Gain 和 Max Gain 之间的差别。

但由于音乐播放等应用中，Fixed Gain 和 Max Gain 仍需要存在一定的差别。因此我们可以通过：

- 找到一组中间参数能够平衡连续的音乐播放和突发音播放效果；
- 根据不同的应用判断是否存在突发音的播放，分别针对连续音乐的播放和突发音的播放设置两套不同的参数。由于在实际应用中，使能 TPA2028D1，播放突发音，再关闭，的应用都是在一些特定的应用下进行。例如播放拍照音时，设备一般处于拍照状态；键盘音，设备处于键盘输入状态。因此我们可以根据不同的应用决定 TPA2028 参数的设置，使得在消除突发音淡入淡出效果时，不影响到音乐的播放效果。

由于现存的智能便携设备操作系统应用程序处于 UI 层，而控制 TPA2028D1 的驱动处于驱动层，因此需要通过驱动读取操作系统的相关 log 文件对于应用程序进行判断。

3.1 适合突发音的设置

由于快速信号和音乐动态范围和播放幅度不一样，因此可以选择独立于音乐播放之外的另一套更适合快速信号播放的 TPA2028 的参数。

选择提示音播放增益。因为 TPA2028 在芯片输出使能后，增益会从 Fixed Gain 向 Max Gain 变化，因此缩小 Fixed Gain 与 Max Gain 的区别（3dB 以内的增益变化一般不会引起听觉响度明显的变化），能够限制 Gain 的大幅变化。

选择这个增益时还需要注意信号幅度和最大音量之间的关系，防止提示音过小或过大引起的问题。对于峰峰值在 500mV 左右的输出信号，建议的增益设置在 18dB~22dB 之间。

由于快速信号动态范围相对固定，因此一般不需要 DRC 的介入，因此建议设置压缩比为 1:1。

当增益的变化被控制在较小的变化范围以内，Attack Time, Hold Time 和 Release Time 等参数对于渐变的影响就变得相对较小，但仍建议尽量减小将这几个参数的值。

此外，因为软件关闭芯片后，芯片的 I2C 部分仍然使能，因此相比硬件关闭芯片功耗要高。在 3.6V 至 4.2V 范围内，硬件关闭芯片，静态电流在 0.2uA 至 0.3uA 之间。而使用软件关闭芯片后，芯片的静态电流在 50uA 至 65uA 之间。因此在设备进入待机后可以硬件关闭 TPA2028。

3.2 突发音设置的时序控制

因为在开机或者退出待机状态等情况下，仍然存在 EN 从拉低状态到拉高状态的变化，此时 TPA2028D1 所有寄存器值均为初始状态。因此在一次进入突发音播放的情况下，我们需要设置芯片寄存器参数，使其适合突发音信号的播放。而使用软件使能和关闭芯片，不会清除寄存器的状态，因此之后使用软件关闭芯片后，再次使能前则不需要重新设置寄存器参数。。

首次使能时序的控制：

- 将 EN 管脚拉高，使能芯片；
- 在 6ms 内使用 I2C 将 SWS 设置为 1，软件关闭 TPA2028；
- 设置 Fixed Gain 和 Max Gain，以及 Attack/Release Time；
- 使用 I2C 将 SWS 设置为 0，软件使能 TPA2028；
- 延迟 6ms 后开始进行突发音的播放。

关闭时序的控制：

- 保持 EN 管脚拉高，芯片一直处于使能状态；
- 使用 I2C 将 SWS 设置为 1，软件关闭 TPA2028；

再次使能时序的控制

- 使用 I2C 将 SWS 设置为 0，软件使能 TPA2028；
- 延迟 6ms 后开始进行突发音的播放。

3.3 实际案例

Android 智能手机，TPA2028D1 的应用中，出现了电话拨号的应用中，连续按拨号键，按键提示音逐渐变大的现象。

检查按键音播放的流程为：

- 进入电话拨号应用程序后，TPA2028D1 的 EN 管脚被拉低；
- 处理器得到按键键值后，读取按键音音频文件，并同时拉高 EN 脚进行播放；
- 延时 1 秒，如果没有其他键按下，则拉低 EN 脚关闭 TPA2028D1。

用 1kHz 连续信号代替按键音，实测 TPA2028D1 输出波形如 Figure 4，信号缓慢增加，音量由小到大渐变。

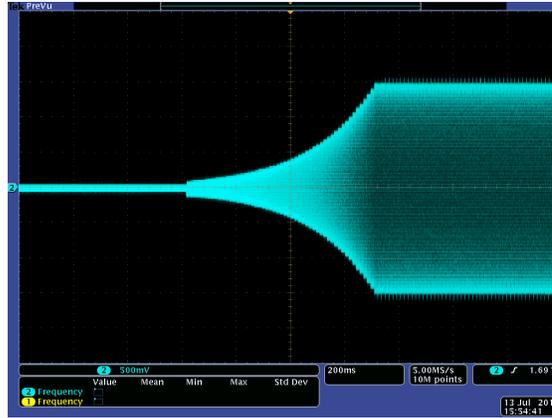


Figure 4. 实际案例更改前 TPA2028D1 输出递增波形

更改播放时序如下：

- 进入电话拨号应用程序后，拉高 TPA2028D1 的 EN 管脚；
- 通过 I2C 设置芯片：

```
I2CWrite(0xb0, 0x01, 0xe3); //SWS=1, disable TPA2028D1
```

```
I2CWrite(0xb0, 0x05, 0x1e); //Fixed Gain=30dB
```

```
I2CWrite(0xb0, 0x07, 0xc0); //Max Gain=30dB
```

- 处理器得到按键值后，读取按键音音频文件，同时通过 I2C 设置芯片：

```
I2CWrite(0xb0, 0x01, 0xc3); //SWS=1, enable TPA2028D1
```

使能 TPA2028，进行按键音播放；

- 延时 1 秒，如果没有其他键按下，则同时通过 I2C 设置芯片：

```
I2CWrite(0xb0, 0x01, 0xe3); //SWS=1, disable TPA2028D1
```

关闭 TPA2028。

- 手机推出电话拨号应用程序后，或者手机进入待机状态后拉低 TPA2028D1 的 EN 管脚。

实测波形如 Figure 5。实际使用中，连续按按键，按键提示音正常。

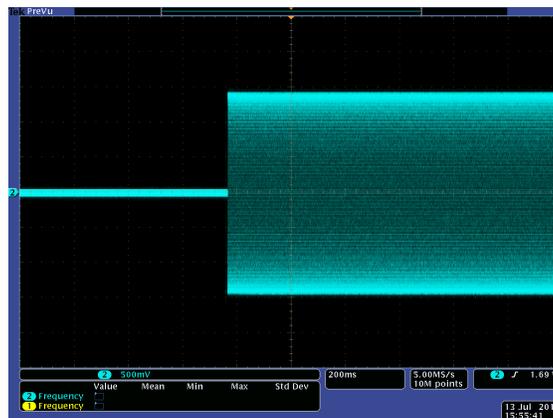


Figure 5. 实际案例更改后输出波形

4 小结

TPA2028D1 由于加入了有效改善音乐重放效果的 AGC/DRC，其中包含的延迟设置，无法对于突发音等短暂信号起到快速响应的效果。在我们的实际应用中，如果能够从以下两个方面完善设计：

- 判断播放模式，区分音乐和突发音的应用场景，分别优化参数设置；
- 以软件方式使能或者关闭芯片；

即可达到更优的播放效果。

参考资料

1. datasheet (TPA2028D1.pdf)

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准, 对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权根据 JESD48 最新标准中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含权限制作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时, 如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分, 则会失去相关 TI 组件或服务的所有明示或暗示授权, 且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供, 但他们将独力负责满足与其产品及其应用中使用的 TI 产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独力负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 特别标示了符合 ISO/TS16949 要求的特定组件, 此类组件主要针对汽车用途。凡未做如此标示的组件则并非设计或专门用于汽车用途; 如果客户在汽车应用中使用任何未被指定的产品, 则 TI 对未能满足应用要求不承担任何责任。

产品	应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio 通信与电信 www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers 计算机及周边 www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters 消费电子 www.ti.com.cn/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com 能源 www.ti.com.cn/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp 工业应用 www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers 医疗电子 www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface 安防应用 www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic 汽车电子 www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power 视频和影像 www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys
OMAP应用处理器	www.ti.com/omap
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity 德州仪器在线技术支持社区 www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122
Copyright © 2012 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司