应用指南
ANC202310001

小屏幕 AMOLED 电源方案发展趋势

圣邦微电子（北京）股份有限公司

2023 年 10 月 19 日

商标

SGMICRO 是圣邦微电子（北京）股份有限公司的商标。本文档中的所有商标均为其各自所有者的财产。

© 2023 圣邦微电子（北京）股份有限公司 版权所有。

未经 SGMICRO 事先书面许可，任何单位或个人不得摘抄、复制或改编本文档的部分或全部内容。欲了解更多关于 SGMICRO 的信息，请访问网站 www.sg-micro.com。

摘要

智能终端的普及影响着人们的数字生活，运用在各种终端上的显示屏已成为人们与电子设备进行对话最为重要人机界面（HMI）。如今除了电视、电脑、手机这类屏幕，生活中类似智能手表、手环这类带有小尺寸显示屏的可穿戴及其他小型化智能设备也越来越多，让人们与智能电子设备的交互体验也越来越丰富。在这类小尺寸的显示屏中，AMOLED 成为了主流。本应用指南对小屏幕 AMOLED 电源方案的发展趋势进行了梳理，并在此基础上提出了对应的技术方案。

目录

1 AMOLED 概述 2

2 AMOLED 电源芯片的设计考量 2

3 转变一：从单电感到 SIMO 3

4 转变二：从非对称电压到对称电压 5

5 转变三：从有电感到无电感 7

6 AMOLED 电源的新趋势 8

7 结语 8

8 参考资料 8

1 AMOLED 概述

AMOLED（Active-Matrix Organic LED，有源矩阵有机发光二极管）显示屏，具有色彩鲜艳、轻薄、主动发光、视角宽、亮度高、响应快速、能耗低、支持柔软显示等特点，在小尺寸显示屏中逐渐成为主流。

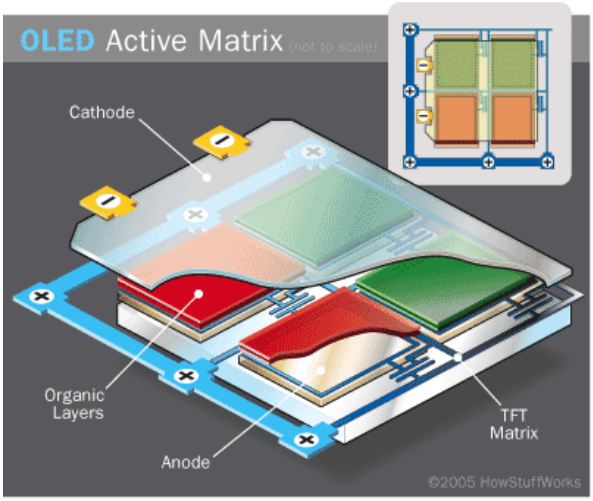

图 1 AMOLED 显示屏的结构（图片来源：HowStuffWorks）

对 AMOLED 的理解，可以分为两部分：一个是 OLED，即一种利用有机半导体材料在电场驱动下通过载流子注入和复合发光的原理，实现彩色显示的技术；另一个则是 AM（Active-Matrix），指控制和驱动 OLED 每个发光单元的寻址方式，决定了 OLED 是否能够呈现出想要的显示效果，如色彩、亮度等。AMOLED 的寻址方式是基于薄膜晶体管（TFT）矩阵实现的。

一个完整的小尺寸 AMOLED 显示方案，除了显示面板本身，与之配套的驱动 TFT 工作的电源芯片同样是不可或缺的一环。

2 AMOLED 电源芯片的设计考量

AMOLED 电源芯片的核心作用是将来自供电电源的电压以尽可能高效的方式转换为 AMOLED 所需的电源轨。在这个过程中，需要权衡和考量下面几个关键的要素。

1） 输入电压

小尺寸 AMOLED 屏幕一般为锂电池供电，其电压的高低和范围关系到后续电压转化器架构的选择。通常可选的电压转化器架构包括线性稳压器（LDO）、电感式降/升压（Buck/Boost）开关 DC-DC 转换器、电荷泵（也被称为电容式开关 DC-DC 转换器）三类，或者这三类技术的组合。

2） 输出电压

电源芯片最终需要实现的目标电源轨。小屏幕 AMOLED 中，通常包括正负电源电压 ELVDD 和

ELVSS，以及驱动 IC 电压 AVDD。其中，AMOLED 的 ELVDD/ELVSS 从非对称电压（4.6V/-2.4V）模式，向对称电压（3.3V/-3.3V）模式的转变，是影响近年来 AMOLED 电源方案演化的一个很重要的因素。

3） 负载电流大小

该参数关系到 AMOLED 显示亮度，数值越大，亮度越高，也是影响用户体验的一个关键要素。

4） 方案尺寸

小屏幕 AMOLED，其应用场景往往受空间限制，因此 AMOLED 电源方案在设计中需要综合考虑各方面的因素，尽可能实现紧凑的尺寸。一方面，要不断提升电源芯片自身的集成度和简化芯片电路架构；另一方面，着力简化外围电路中元器件的数量，比如为了减少外围电路中体积较大的电感的使用，单电感架构成为了小尺寸 AMOLED 电源方案的主流，甚至已推出无电感方案。

最终 AMOLED 电源方案的形成和演进，实际上是根据设计需要，围绕上述这些因素，反复权衡、优化的过程。在这个过程中有三个重要的转变，影响了小屏幕 AMOLED 电源方案的发展趋势，下文对此展开仔细分析。

3 转变一：从单电感到 SIMO

上文提到，考虑到尺寸的限制，单电感架构成为了小尺寸 AMOLED 电源方案的普遍选择。而在单电感架构中，主要包括以下几种类型。

1） 架构 A：Boost + NVCP

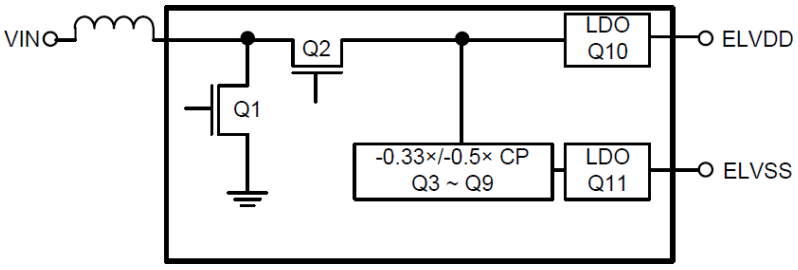

图 2 Boost + NVCP 的单电感架构框图

Boost + NVCP 单电感架构（见图 2），通过一个 Boost 升压 DC/DC 获得 ELVDD 正电压，再通过一个 NVCP（负压电荷泵）生成 ELVSS 负压电源轨，该方案的优势在于 Boost 架构比较简单，而且外围仅需一个电感和 6 个电容（1L+6C）。但该架构只能提供 ELVDD 和 ELVSS 两路输出，AVDD 则需要通过额外的电源管理电路提供；其不适用于高压电池应用，连接充电器输出不稳；而且，其正压效率损失大；最后，NVCP 负压电荷泵的电路比较复杂，使得整个方案所需的外围器件比较多，因此不算一个优选方案。

2） 架构 B：Boost/Bypass + LDO + NVCP

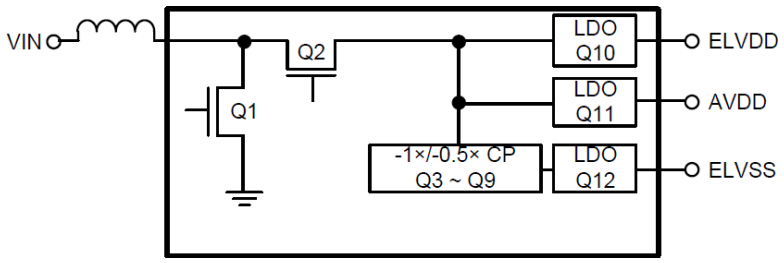

图 3 Boost/Bypass + LDO + NVCP 的单电感架构框图

与架构 A 相比，该方案明显的变化是经过 LDO 增加了一个 AVDD 输出，使其不再受限于输入电压范围，配置相对灵活。但是该方案由于仍然要采用-0.5×CP 的 NVCP，又增加了 LDO，因此芯片电路的架构更为复杂，外部的器件也增加至 1L+10C，控制方案整体尺寸的难度会更大。而且该方案同样有正压效率损失大的不足；且不适用于电池电压更高、输出电压更低的应用，因而限制了其应用的扩展。

3） 架构 C：SIMO

在传统的 DC-DC 开关稳压器结构中，稳压器的每路输出都需要一个独立电感，这些电感体积大、成本高，不利于空间紧凑的设计。SIMO（单电感多输出）架构则通过让多路输出分时使用同一个电感，大大减少了所需电感的数量，在节省空间的同时仍然保持相当高的效率，因此在既要体积小又要用电少的电池供电设备中的应用越来越广泛。

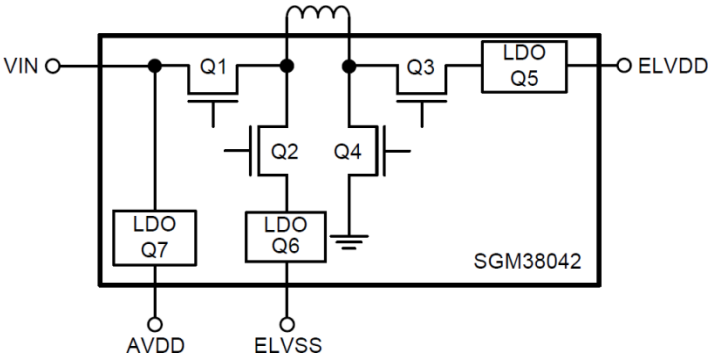

图 4 SIMO 单电感多输出架构框图

由图 4 可见，采用 SIMO 架构，无需 NVCP 即可实现 ELVDD、ELVSS 和 AVDD 三路输出，而整个电路架构只需 7 个开关管，架构非常简单；同时外围电路也仅需 1L+6C，使得小型化设计毫无压力。此外，该方案支持正负电源纹波抑制，LDO 损耗低，可支持更宽的输入电压范围，这都进一步优化了方案整体的性能。

虽然 SIMO 架构中的 AVDD 电压范围会受限于 VIN（由于其是由 VIN 经 LDO 输出的），而且 SIMO 架构输出正负压需要采用具有更高耐压特性的器件，会给效率提升带来困难，但综合来看，

不妨碍 SIMO 架构成为单电感小尺寸 AMOLED 电源架构中备受青睐的解决方案。

圣邦微电子的 **SGM38042** 就是一款基于自有专利 SIMO 技术打造的性能优异的 AMOLED 电源芯片，可在单节锂电池供电下提供 AMOLED 显示屏所需的 CPO（2.4V 至 6.4V 输出电压，100mV 步进）、CNO（-2.4V 至-6.4V 输出电压，100mV 步进）及 CVO 三路输出。同时，其优良的输出纹波、负载瞬态响应、电源瞬态响应等特性，很好地解决了 AMOLED 电源方案的痛点，因此一经推出，就成了小屏幕 AMOLED 电源圈的明星产品，帮助很多客户完成了从传统单电感方案向 SIMO 方案的转变。

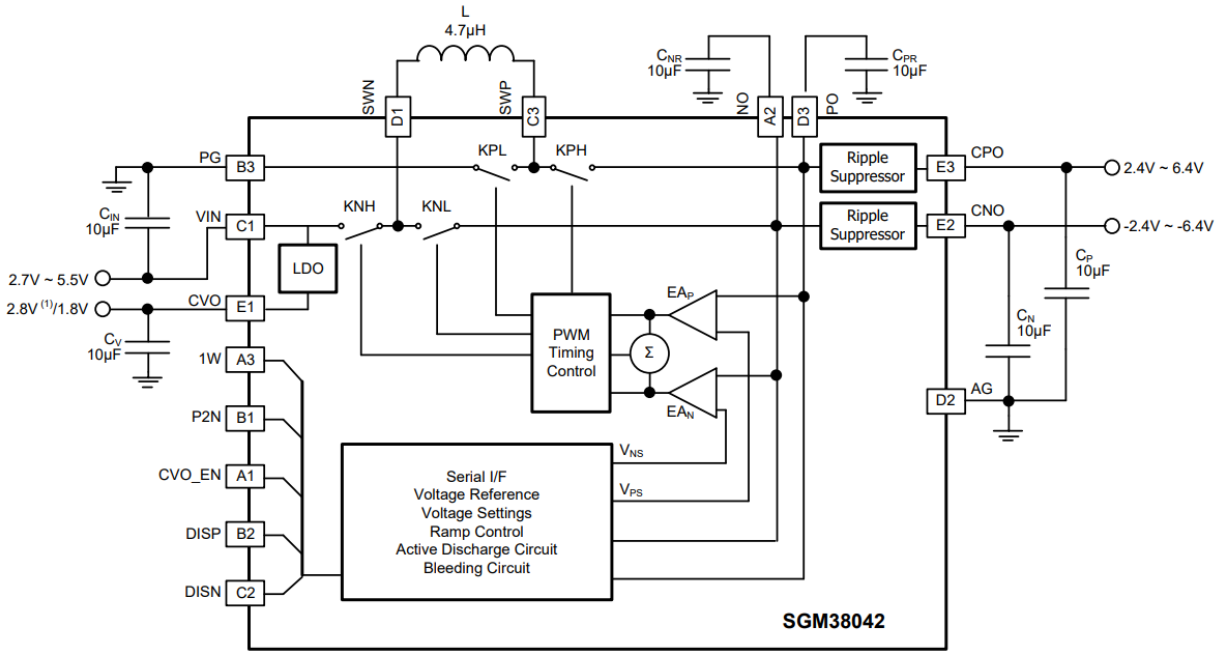

图 5 圣邦微电子 SGM38042 芯片框图

4 转变二：从非对称电压到对称电压

AMOLED 的寻址方式，沿袭了 TFT-LCD 的设计思路，包括 VDD-VSS 不对称的电压结构。上文提到的几个单电感的小尺寸 AMOLED 电源驱动方案，均是在这种不对称的电压结构基础上，经过综合优化而得来的。随着 TFT 技术的演化，降低 TFT 和 OLED 的工作电压成为了重要的发展趋势，而工作电压的降低，使得采用对称电压方式供电成为可能。虽然目前对称电压模式在大尺寸 AMOLED 应用中尚不能采用，但是在小尺寸应用中却能够充分发挥出其优势。

采用对称电压的供电方案，可以带来的好处包括两点：**更低的功耗**和**更简单的电路架构**。

非对称和对称两种供电方式的功耗特性比较，如表 1 所示。

表 1 非对称与对称两种供电方式功耗特性比较

	非对称模式		对称方式		对称模式下
输出电压	电压转换	损耗	电压转化	损耗	损耗减少
ELVDD	由 5.4V 产生 4.6V	15%	由 3.6V 产生 3.3V	8.4%	6.6%
AVDD	由 5.4V 产生 3.3V	39%	由 3.6V 产生 3.3V	8.4%	30.6%
ELVSS	由-2.7V 产生-2.4V	11%	由-3.6V 产生-3.3V	8.4%	2.6%

从电路架构上看（见图 6），如果采用对称电压模式，电路架构一个最大的变化就是省去了-0.5×CP 的 NVCP，使得 NVCP 所需的开关管的数量由 7~8 个减少到 4 个，架构简化效果显著。

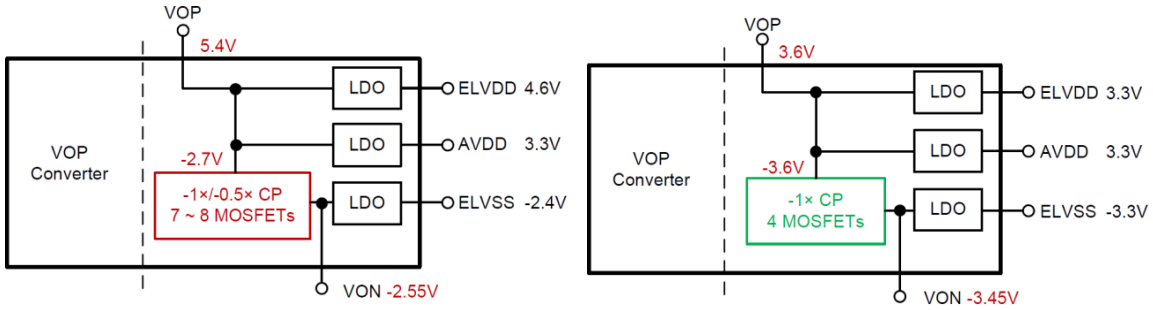

图 6 非对称电压（左）和对称电压模式（右）电源架构的变化

由此可以得出，在对称电压模式，一种比较理想的小尺寸 AMOLED 的电源架构，即一种 Buck-Boost + LDO + NVCP 的架构（见图 7）。如上文的分析，对称电压会带来更高的效率，而且 AVDD 是经过 Buck-Boost 产生的，不再受限于输入电压范围，使其能够适应高压电池应用的要求，弥补了 SIMO 架构的一个短板。

Buck-Boost 架构的引入，增加了整体方案的复杂性，且外围仍然需要 1L+9C 元器件，不过对称电压模式毕竟是大势所趋，向 Buck-Boost + LDO + NVCP 架构转变也一定是 AMOLED 电源架构发展的必由之路，因此这个新架构的出现是非常值得关注的。

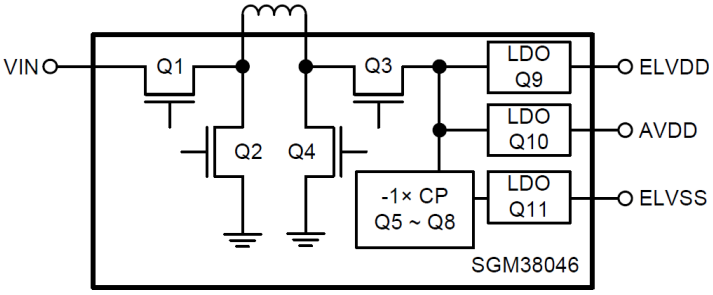

图 7 适用于对称电压模式的 Buck-Boost + LDO + NVCP 架构

圣邦微电子推出的 **SGM38046** 采用了这种为对称电压模式而优化的 Buck-Boost + LDO + NVCP 架构。这颗单芯片解决方案可以将 2.7V 至 5.5V 的输入电压转化为 AMOLED 面板所需的三路电压轨：AVDD 输出电压（3.3V）、OVDD 输出电压（2.8V 至 4.6V，默认输出电压 3.3V ± 1%，0.1V 步

进）、OVSS 输出电压（-0.6V 至-4.0V，默认输出电压 3.3V ± 1%，0.1V 步进），并提供高达 90mA 的负载电流，还能够提供欠压锁定、过流保护、短路保护、过压保护和过温保护功能，是目前对称电压模式下小屏幕 AMOLED 理想的电源解决方案。

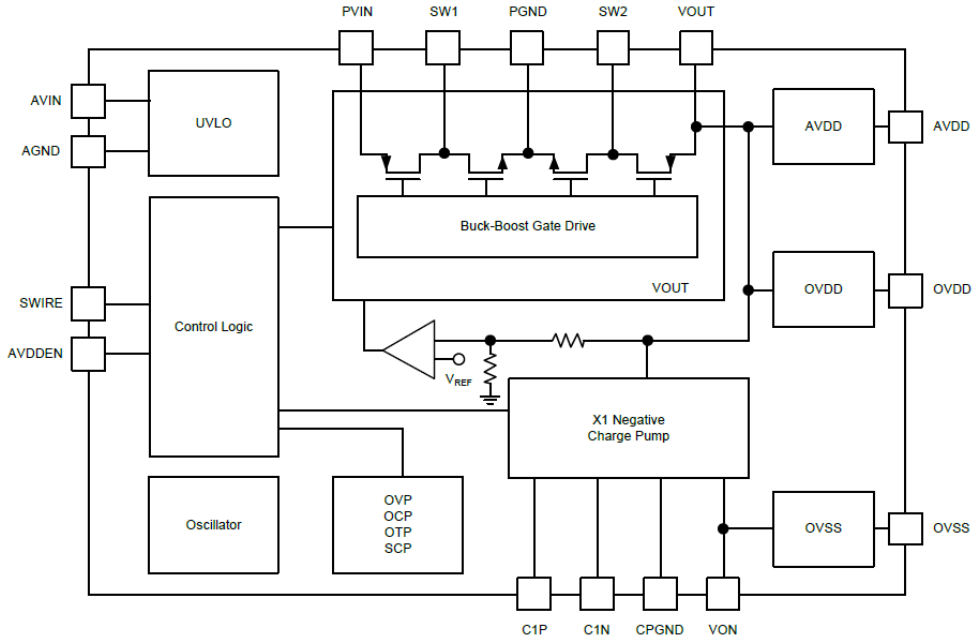

图 8 适用于对称电压模式的 SGM38046 芯片框图

5 转变三：从有电感到无电感

最初的 AMOLED 的对称电压是±3.6 至 3.7V，因此必须通过 Buck-Boost 转化器才能产生合适的电压；而随着 AMOLED 技术的发展，电压正在进一步降低，已经有面板厂商可以提供支持±3.3V 对称电压的 AMOLED 产品，这就意味着在 Buck-Boost + LDO + NVCP 架构中，可以将 Buck-Boost 省掉，用一个纯电荷泵的架构就能够满足 AMOLED 的电源驱动要求。而且，这样的改变带来的不仅仅是电源芯片自身架构的进一步简化，还由此省去了电感，变成了一个无电感的架构。

圣邦微电子新近推出的 **SGM38045** 芯片功能框图如图 9 所示。该器件包括一个 1×/1.5×电荷泵和一个-1×反向电荷泵，由 2.7V 至 4.8V 输入电压生成所需的三个电源轨输出：

- AVDD 输出电压：3.3V（默认输出电压：3.3V ± 1%）；
- OVDD 输出电压：2.8V 至 3.5V（默认输出电压：3.3V ± 1%，0.1V 步进）；
- OVSS 输出电压：-2.8V 至-3.5V（默认输出电压：-3.3V ± 1%，0.1V 步进）。

SGM38045 能够提供 70mA 的负载电流，0.02μA 的关断电流，像圣邦微电子其他 AMOLED 电源方案一样，应用开发中所必须的电源管理和保护特性也一应俱全。随着±3.3V 对称电压 AMOLED 的兴起，该产品将极具成长性。

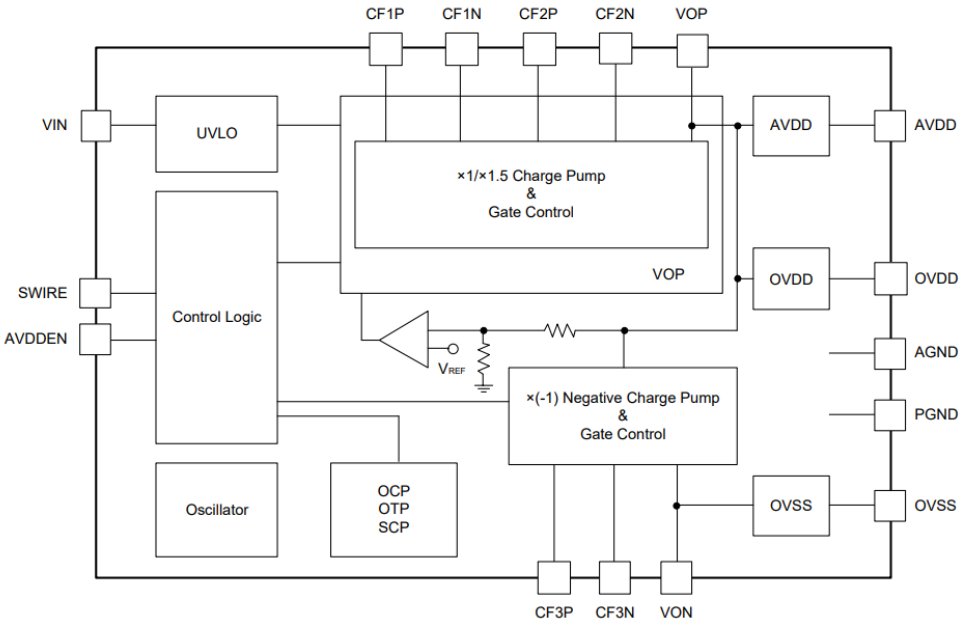

图 9 采用无电感架构的 SGM38045 芯片框图

6 AMOLED 电源的新趋势

未来小屏幕 AMOLED 电源技术趋势如何，需要实时关注和敏锐洞察当下应用方对新技术的迭代更新。例如，2019 年，苹果率先宣布在 Apple Watch4 和 Apple Watch5 中采用了 LTPO 屏幕，该技术综合了当下 OLED 屏幕 IGZO 和 LTPS 方案的优势，提供了超高的电子迁移率、更快的反应速度、更低的功耗，无疑代表着 OLED 发展的新方向。为 LTPO 屏幕打造电源驱动方案，则自然成为下一个需要大家去面对的课题。

仔细分析 LTPO 屏幕的电源设计要求，与无电感的对称电压方案有很多相似之处，关键变化是需要提供一个 7 至 8V 的高压 AVDD。那么，在现有的无电感方案基础上，通过一级电荷泵去产生这个高压输出是不是就可以了呢？面对 AMOLED 电源芯片的新趋势，圣邦微电子已经有了解题思路，并将持续推出新的 AMOLED 电源解决方案。

7 结语

本应用指南回顾了 AMOLED 电源技术的发展历程，以及围绕着这一历程芯片解决方案的变化。用户可根据自身需求，选择合适的 AMOLED 电源方案。

8 参考资料

[1]. SG Micro Corp. SGM38042 Datasheet [EB/OL]. (2021-01).
https://www.sg-micro.com/uploads/soft/20210105/1609836806.pdf.
[2]. SG Micro Corp. SGM38046 Datasheet. (2022-04).
[3] SG Micro Corp. SGM38045 Datasheet [EB/OL]. (2023-05).
https://www.sg-micro.com/uploads/soft/20230528/1685265526.pdf.

修订记录

注意:历史版本的页码可能与当前版本的页码不同。

日期	版本	描述
2023-10-19	REV.A	首次发布

重要声明

本文档中如涉及本公司具体产品型号，SGMICRO 保留其更改电路设计、产品规格和产品描述的权利，恕不另行通知。本文档内容仅供参考。本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何承诺。对于本文档中可能出现的错误，以及因本文档提供的信息和使用本文档而造成的任何附带或间接损失，本公司不作任何明示或暗示的陈述和保证。
此文档未授予任何知识产权许可。除了 SGMICRO 在其产品的销售条款和条件中声明的责任外，本公司概不承担任何其他责任。

www.sg-micro.com

联系方式

圣邦微电子(北京)股份有限公司
地址：北京市海淀区西三环北路 87 号国际财经中心 D 座 11 层
邮编：100089
电话：010-88825716/17

深圳办事处
地址：深圳市南山区科技园高新南六道 6 号迈科龙大厦 15 层
邮编：518063
电话：0755-26715323

上海办事处
地址：上海市徐汇区漕溪北路 88 号圣爱大厦 1706 室
邮编：200030
电话：021-64396434