

变换器是现代电子产品中简单但又必要的器件之一。顾名思义，变换器可以将一个给定的参数值转换为目标值。当相互连接的设备规格不能完美匹配时，变换器就会非常重要。无论是智能手机，还是能够快速交流位置的智能追踪器，或者可以随时为设备充电的移动电源，变换器都在其中完成非常重要的功能。

本文将重点介绍能够将器件的输入电压 (V_{IN}) 转换为目标输出电压 (V_{OUT}) 的 DC/DC 变换器。尽管大部分变换器都很简单，但也有一些复杂性不断增加的变换器，例如用于实现模拟值和数字值转换的变换器。本文将描述三种基本变换器（升压、降压和升降压）的关键信息，同时介绍适用于广泛应用的创新型 SPM 变换器。

基本变换器组件

在描述升压变换器、降压变换器和升降压变换器的差异之前，我们首先要认识到这三种变换器在许多方面都是相似的。如前所述，这三种变换器都可以将 V_{IN} 调节至特定的 V_{OUT} ，且都利用通用组件来完成这个任务。其中部分组件描述

如下：

- 电感：电感是无源电子元件，可以在电流流过时储存能量。它通常被用于储存和释放能量；当 V_{IN} 波动时，可以稳定 V_{OUT} 。
- 开关晶体管：开关晶体管（简称开关）通过导通和关断来控制电流。开关关断时，电流不会流动；开关导通时，电流流动。这样的电流调节实现了对 V_{OUT} 的控制。对于需要精确电流的应用，建议使用开关。
- 二极管：二极管是一种保护装置，可强制电流沿单一方向流动，用于防止反向电压的产生，并确保电流从输入经电路流到输出。

- 电容：电容用于在电场中储存和释放电能。与电感不同，电容不储存电流，它们只储存电能然后释放。输入电容和输出电容都可以在电路中用来稳定 V_{IN} 和 V_{OUT} 。它们还可以最大限度地减少 V_{OUT} 或 V_{IN} 突然上升或下降时产生的电压纹波。

图 1 展示了一个简化的 DC/DC 变换器电路。其中包括电源 (E)、电感 (L)、开关 (S)、二极管 (D) 和电容 (C)，当然，很多变换器要更复杂且包含其他组件。

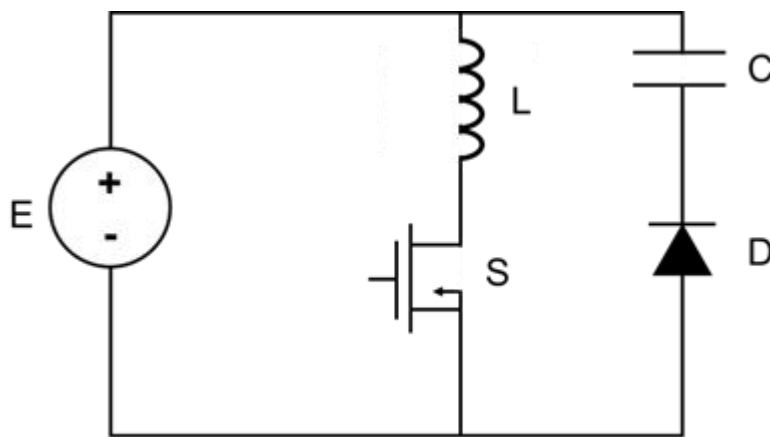


图 1: 简化 DC/DC 变换器电路

所有三种基本变换器都支持同步或异步运行。同步整流通常采用金属氧化物半导体场效应晶体管 (MOSFET) 来控制电流，而异步整流则至少采用一个无源二极管。异步变换器效率较低，因为外部二极管有功耗，但其性价比较高。我们可以根据最终应用需求来选择同步变换器或异步变换器。

升压变换器

升压 (Boost 或称 Step-up) 变换器是一种将 V_{IN} 提高至更高 V_{OUT} 的 DC/DC 变换器。为了提高电压，升压变换器需要从电源中获取电力来为后续器件供电，否则系统将发生故障。升压变换器可用于多种应用，包括：

- 电池供电设备：使用电池的设备（例如智能手机和 LED 手电筒）

采用升压变换器在电池电压下降时保持恒定的电压。

- 电信设备：与电池供电设备类似，电信应用利用升压变换器从较低输入电压中获得稳定的输出电压。升压变换器可部署在基站中，实现射频（RF）遥控器等 RF 发射器的可靠运行。

图 2 展示了一个标准升压变换器的拓扑结构。在该图中，来自电感 (L) 的磁能将能量从较低电压源 (V_{IN}) 传输到较高电压源 V_{OUT} 。开关 (S) 导通，将电感连接到电源 (E)；电源拉高电感电流 (I_L)，从而为 V_{IN} 充电。

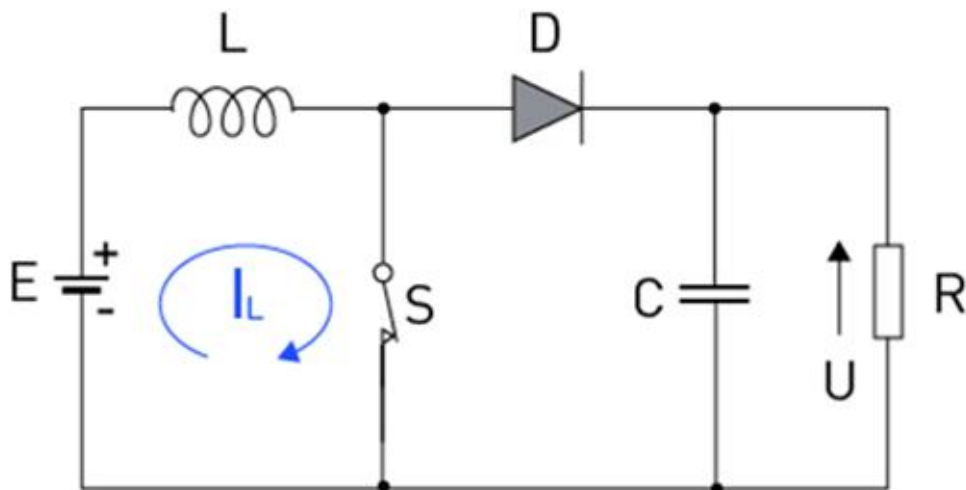


图 2: 升压变换器拓扑

降压变换器

降压（Buck 或称 Step-down）变换器的功能与升压变换器相反，它采用较高 V_{IN} 并将其降至较低 V_{OUT} 。当一个设备输出的电压对于其接收设备来说过高时，

该功能至关重要。降压变换器可防止过压情况导致的电源故障。采用降压变换器的应用包括：

- 汽车（电动汽车）：当电动汽车（EV）充电时，降压变换器可以将电网电压降至车辆适用的电压，从而确保安全可靠的充电。
- 计算机：CPU 和 GPU 通过降压变换器来获得精确的功率，从而防止过热和损坏。

图 3 展示了一个典型的降压变换器拓扑结构。该电路包含一个电源 (E)、一个开关 (S, 通常为 MOSFET)、一个二极管 (D)、一个 LC 滤波器和一个负载 (R)。箭头所示为电流流动的方向。

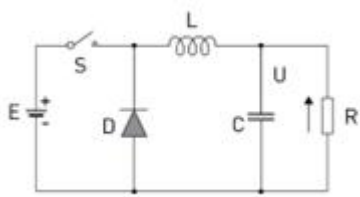


图 3: 降压变换器拓扑

升降压变换器

升降压变换器可根据需要调节 V_{IN} ，使其高于、低于甚至等于 V_{OUT} ，从而充当升压变换器和降压变换器。这类变换器用途广泛，在 V_{IN} 不可预测的系统中尤其重要，例如：

- 不间断电源 (UPS)：UPS 需要一个恒定的电压以便在主电源发生故障时提供备用电源。它可以在电压峰值期间降低 V_{IN} ，也可以在电压下降时提高 V_{IN} ，以使 V_{OUT} 保持恒定。

- 便携式电子设备：许多手持设备（如 GPS 追踪器）都存在电压波动的情况，升降压变换器可以将 V_{IN} 快速调节至目标 V_{OUT} ，从而避免出现电源故障。

图 4 展示了一个升降压拓扑结构，看起来与升压变换器和降压变换器拓扑类似。与升压变换器一样，其电源 (E) 为电感 (L) 充电，电流由开关 (S) 控制；开关的部署则与降压变换器类似。

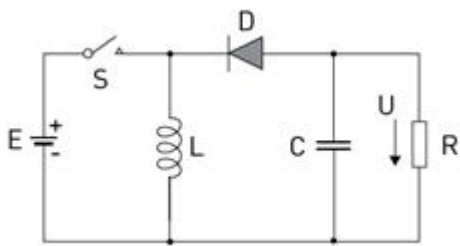


图 4: 升降压变换器拓扑

结语

升压变换器、降压变换器和升降压变换器是三种功能完全不同但结构相对类似的器件。升压变换器可以将 V_{IN} 提升至更高的 V_{OUT} ，降压变换器可以将 V_{IN} 降至更低的 V_{OUT} ，而升降压变换器则能够根据需要灵活调整 V_{IN} 以实现目标 V_{OUT} 。

本文介绍了三种变换器的基本区别和应用，同时也介绍了它们的一些相似之处，例如基本拓扑、必要的外部组件，以及部分适用的应用。