

开关电源——dcdc

电路的消耗功率小

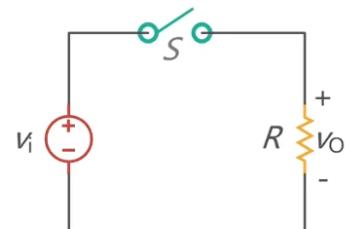
buck电路

第5章 DC-DC变换器

5.2 DC-DC变换器基本结构

Buck 概念

电路仅包含一个直流电压源DC、一个开关S和一个负载R，将直流电压源作输入，其电压为 V_i 。将R上的电压 V_o 作输出电压，以一定的频率对S进行操作。



- $S=1$, 开关导通, 时间 t_{on} $V_o = V_i$

- $S=0$, 开关断开, 时间 t_{off} $V_o = 0$

设空载比D, S动作周期为T, 则可计算输出

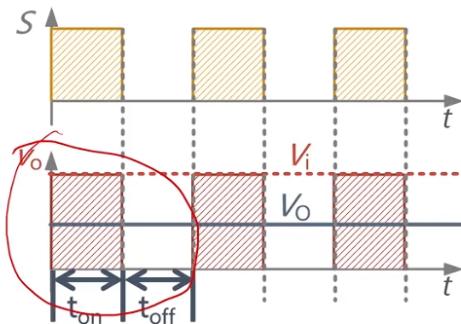
电压平均值:

$$V_o = \int_0^T v_o(t) dt = \frac{\left(\int_0^{T_{on}} V_i(t) dt + \int_{T_{on}}^{T_{on}+T_{off}} 0 dt \right)}{T_{on} + T_{off}}$$

$$= \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} V_i = D V_i$$



D的范围? 对输出的影响?



电力电子技术 第5章 DC-DC变换器

9

上图的问题:

- 电压波动过大, 要尽可能平滑 -> 并联电容
- 用电子开关实现

拓扑结构推导

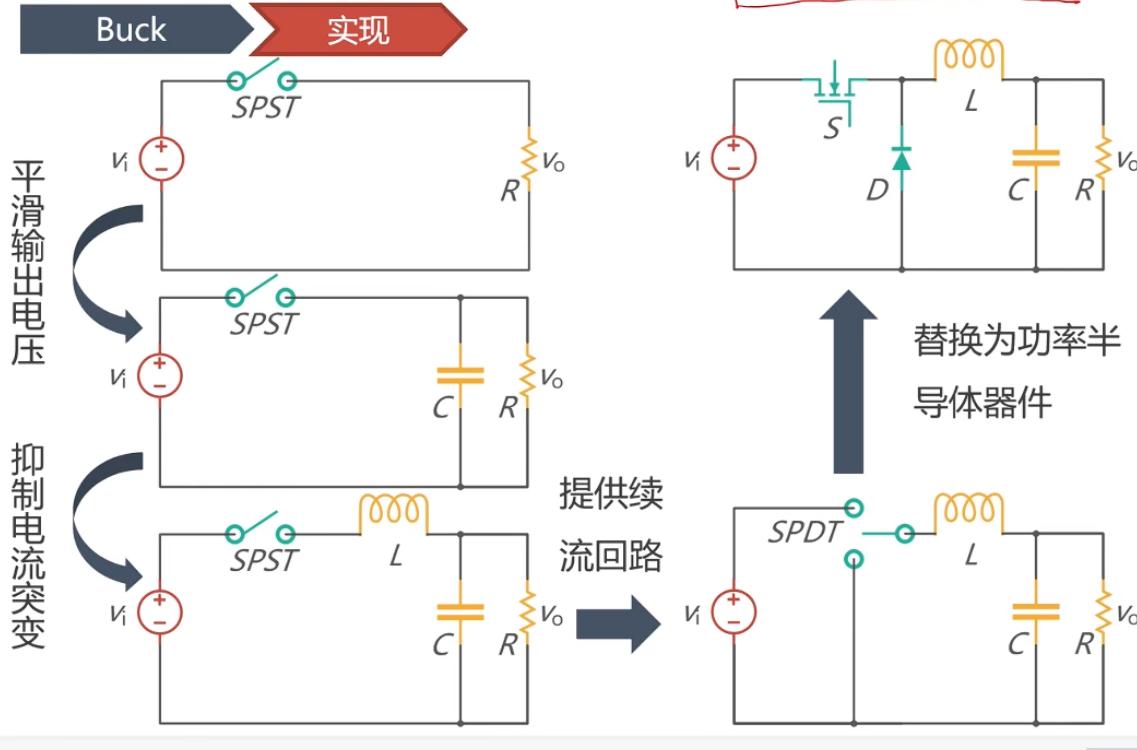
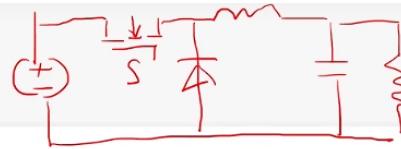
- 1 | 电压源不可以直接并联电容
- 2 | 电流源不能可以直串联电感

$$i = c * du/dt$$

- 1 | 当电压源两端直接接入电容, 由于电容两端电压不可以突变, 但是又有一个恒压源, 就会导致电流特别大, 开关和电源受不了这么大的电流, 所以要加入电感去抑制电流的变化
- 2 | 但是当开关关断时会抑制电流变化, 产生一个续流的电流, 需要将这部分能量释放掉, 选择使用一个可以续流的器件, 所以可以选择一个类似单刀双置开关, 用mos和二极管实现

第5章 DC-DC变换器

5.2 DC-DC变换器基本结构



电力电子技术 第5章 DC-DC变换器

10

boost电路

构造升压的思路有些困难，但是能量守恒，功率是不会变化的，所以升压就是在降流，不妨设计一个降流的电路(老师简直是个天才我去)

记得自己推导公式 😊

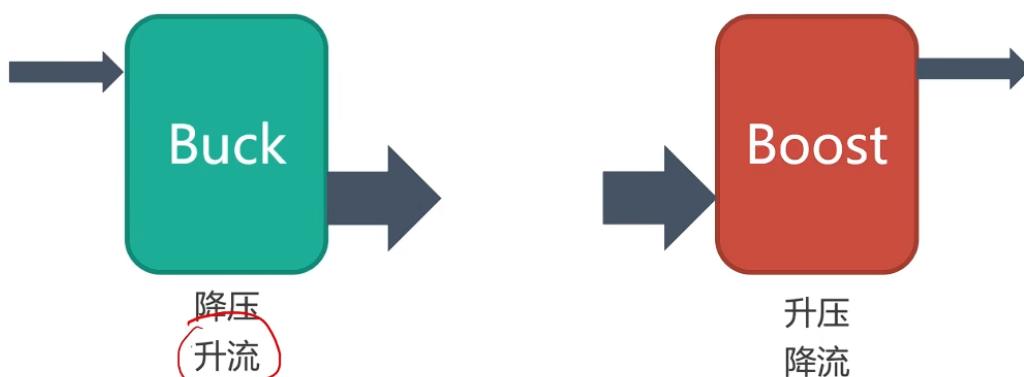
第5章 DC-DC变换器

5.2 DC-DC变换器基本结构

Boost

概念

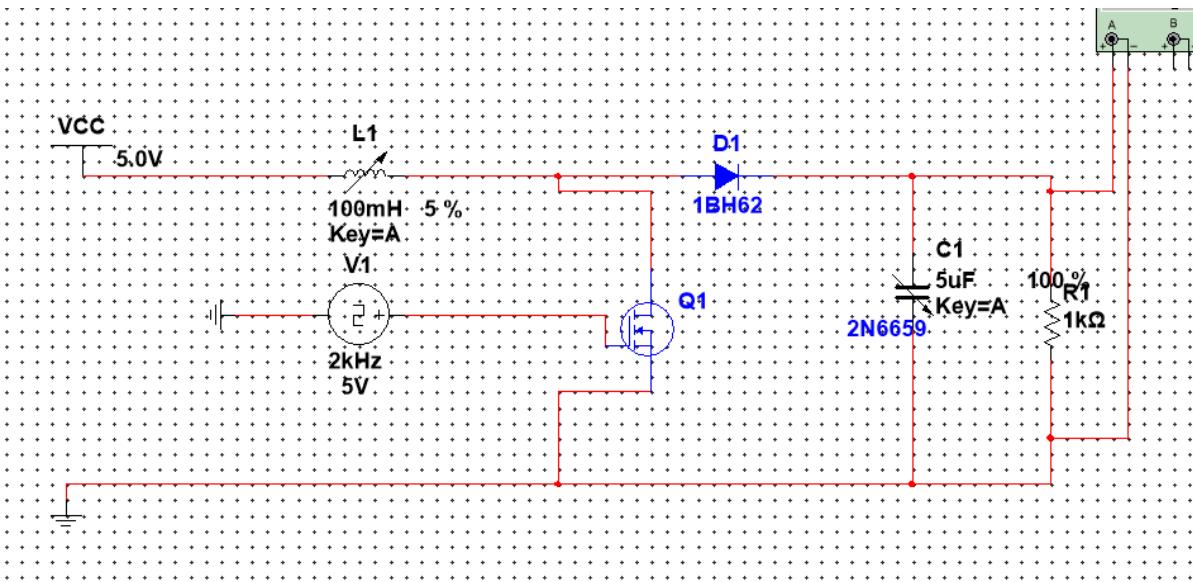
若将DC-DC变换器看作“直流变压器”，那么在不考虑电路的损耗时，其输入功率 P_{in} 与输出功率 P_{out} 一致。



可构造降流电路间接构造升压电路！



如何降流？



第5章 DC-DC变换器

5.2 DC-DC变换器基本结构



Boost 概念

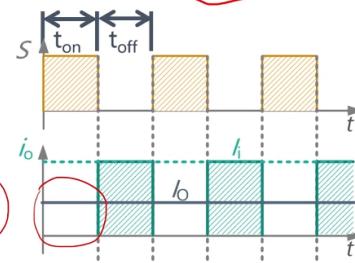
升压电路等同于设计一个降流电路，仅包含一个输入直流电流源 i_i 、一个开关 S 和一个负载 R ，其上电流 i_o 为输出电流，对 S 进行通断操作。



- $S=1$, 开关导通, 时间 t_{on} $i_o=0$
- $S=0$, 开关断开, 时间 t_{off} $i_o=i_i$

输出电流平均值

$$(I_o = \int_0^T i_o(t) dt = \frac{T_{off}}{T_{on} + T_{off}} I_i = (1-D) I_i)$$



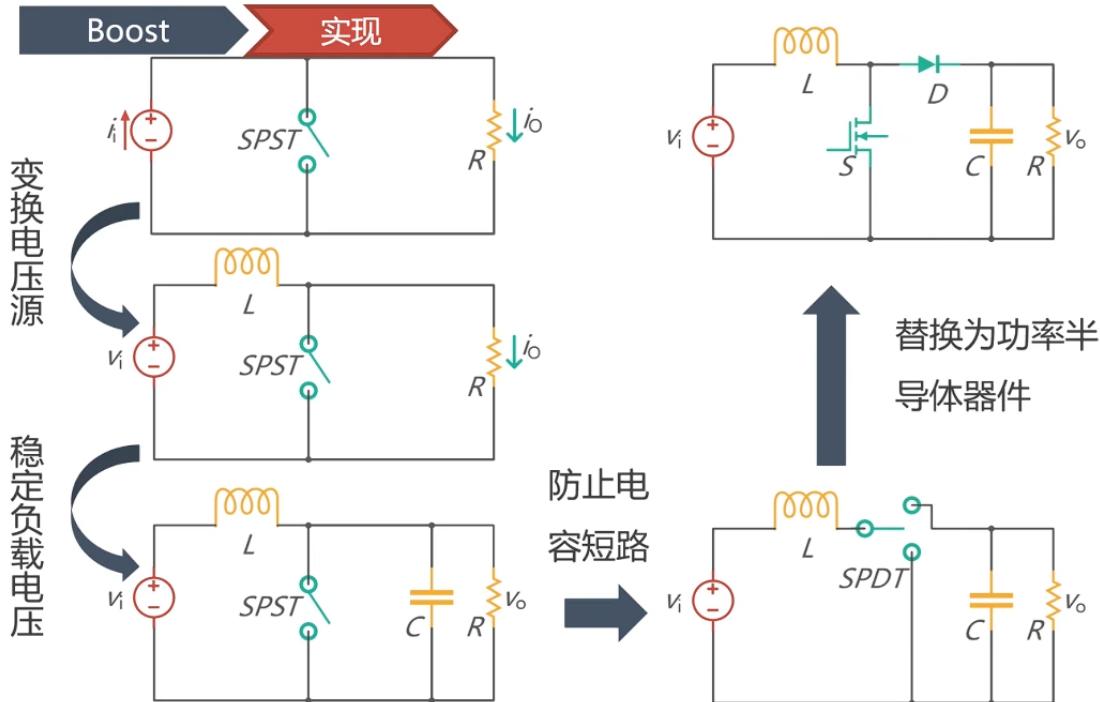
输出电压

$$V_o = \frac{1}{1-D} V_i$$

拓扑推导过程

第5章 DC-DC变换器

5.2 DC-DC变换器基本结构



电力电子技术 第5章 DC-DC变换器

13

电流源可以转换为电压源的原因：

- 1 电流源的特点：1. 电流保持不变，电流源不可以开路，需要释放能量
- 2 而当开关从导通时由于电压保持不变，根据 $U=L \cdot \frac{di}{dt}$ 可以知道电流先线性上升
- 3 到断开时电压源串联的电感要保持电流不变，会有一段缓慢释放的过程，状态近似可以视为电流源

积分可得电流大小为 $I_{\text{输出}} = (1-D) * I_{\text{输入}}$ ，其电流大小小于输入

接着我们要给后级稳定的输出，加入电容

再其次，为了避免在电感充电时电容中的能量消失，需要使用一个单刀双掷开关

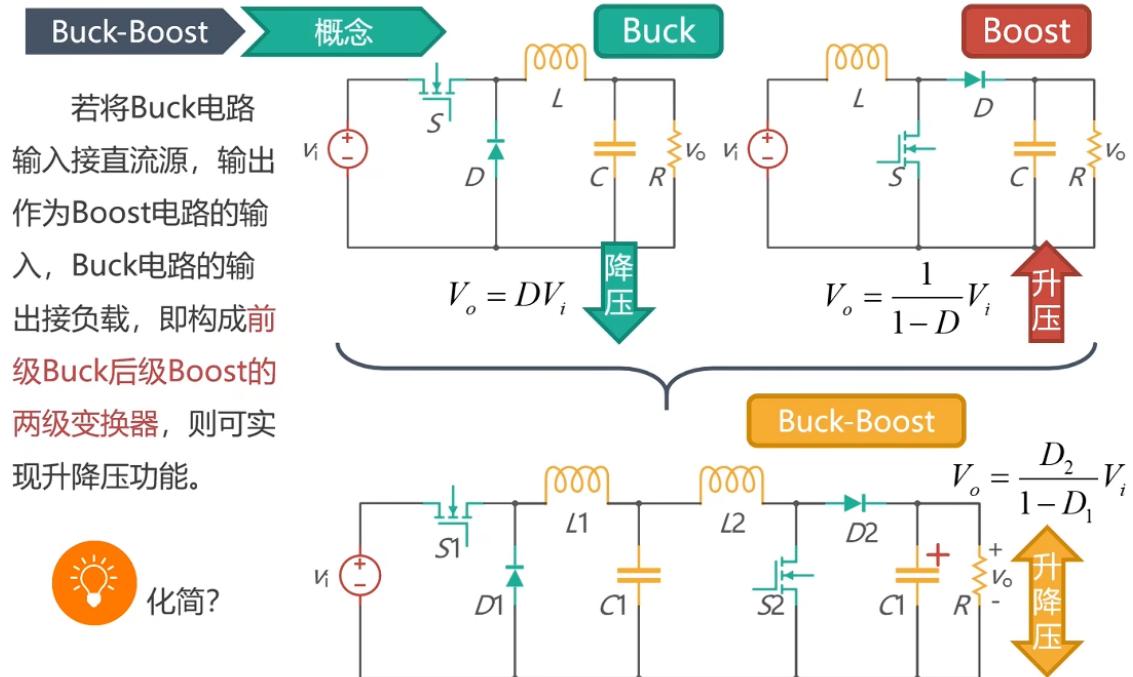
接着我们用mos和二极管实现

buck-Boost

二合一即可实现即要降压功能又有升压功能的模块

第5章 DC-DC变换器

5.2 DC-DC变换器基本结构



上图效果不好，要对它进行化简

mos化简的可行性

根据 $V_o = D_1 / 1 - D_2 * V_i$

如果可以将两个调控的mos用一个解决就可以实现化简
令 $D_1 = D_2$ 后注意到此时范围在0 to 无穷 所以说可行

LCL & L 的化简

第5章 DC-DC变换器

5.2 DC-DC变换器基本结构

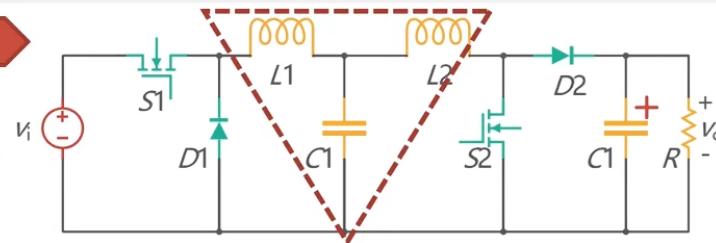
Buck-Boost

化简

2 LCL与L

将 S_1 与 S_2 之间 T 型网络中的

C_1 忽略，并合并 L_1 与 L_2 。



L1-C1-L2 网络，其输入电压与输出电流的传递函数关系：

$$G_{v \rightarrow i}(s) = \frac{i_o(s)}{V_i(s)} = \frac{1}{L_1 L_2 C_1 s^3 + s(L_1 + L_2)}$$

将 $G_{v \rightarrow i}(s)$ 用级数展开可得：

$$\text{series}(G_{v \rightarrow i}(s), s) = \frac{1}{s(L_1 + L_2)} - \frac{L_1 L_2 C_1 s}{(L_1 + L_2)^2} + \frac{(L_1 L_2 C_1)^2 s^3}{(L_1 + L_2)^3} + O(s^5)$$

由于 $(L_1 + L_2) \gg L_1 L_2 C_1$ ，上式展开的第二项及后续展开项系数远小于第一项，因此，只保留第一项时，传递函数可近似为：

L1-C1-L2 网络可近似为 L

$$\tilde{G}_{v \rightarrow i}(s) = \frac{1}{s(L_1 + L_2)}$$



pade多项式？

电力电子技术 第5章 DC-DC变换器

18

(这个我没有看懂。。。)

第5章 DC-DC变换器

5.2 DC-DC变换器基本结构

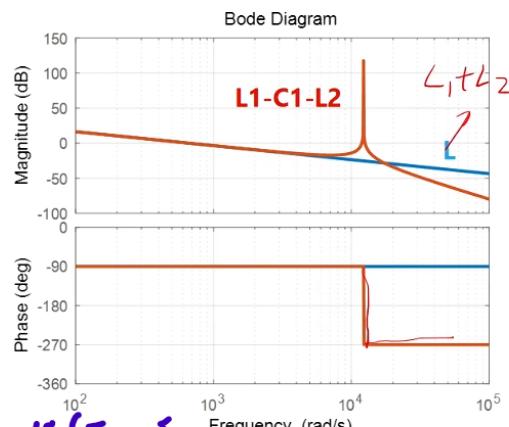
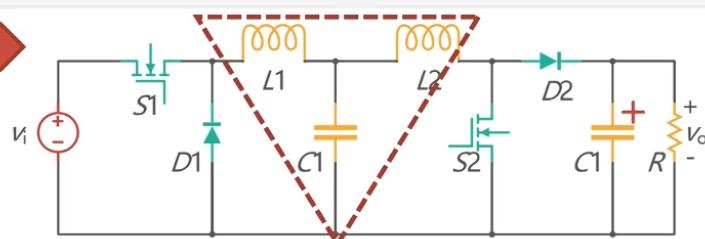
Buck-Boost

化简

2 LCL与L

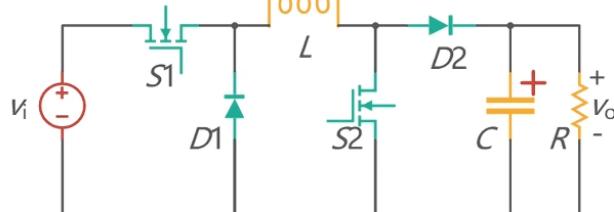
将 S_1 与 S_2 之间 T 型网络中的

C_1 忽略，并合并 L_1 与 L_2 。



L 代替 LCL 网络

$$L = L_1 + L_2$$



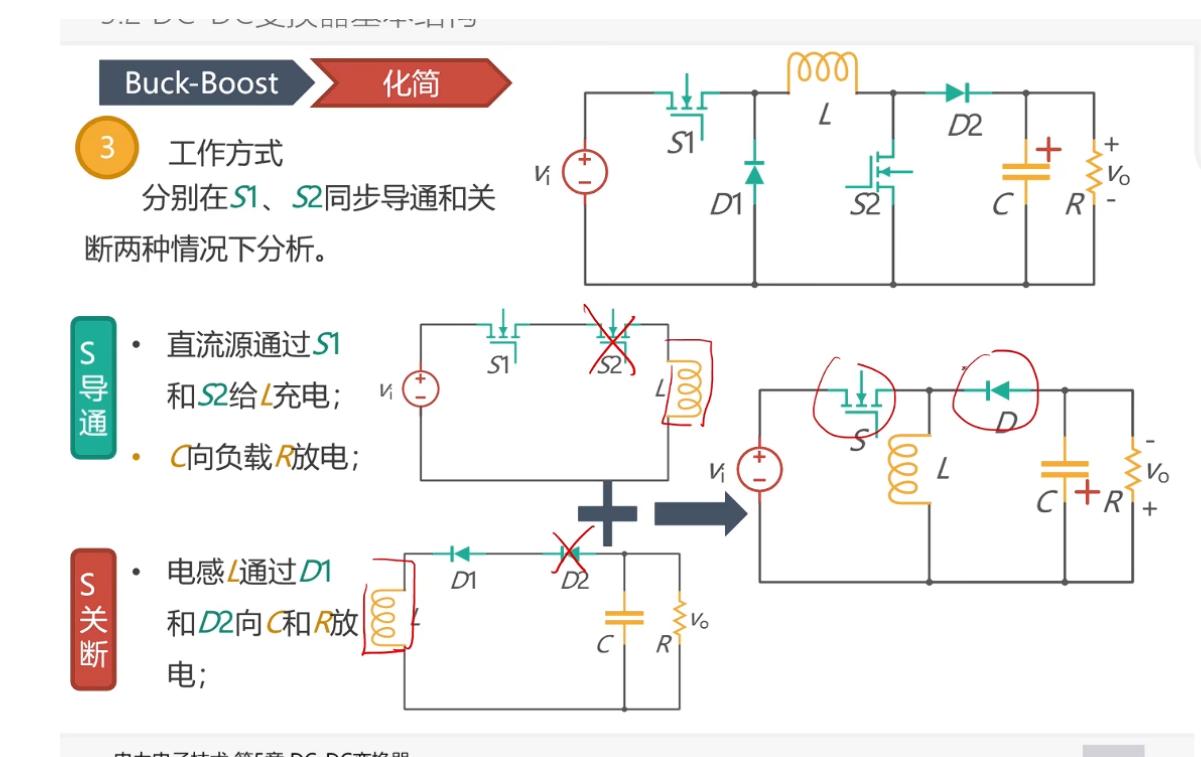
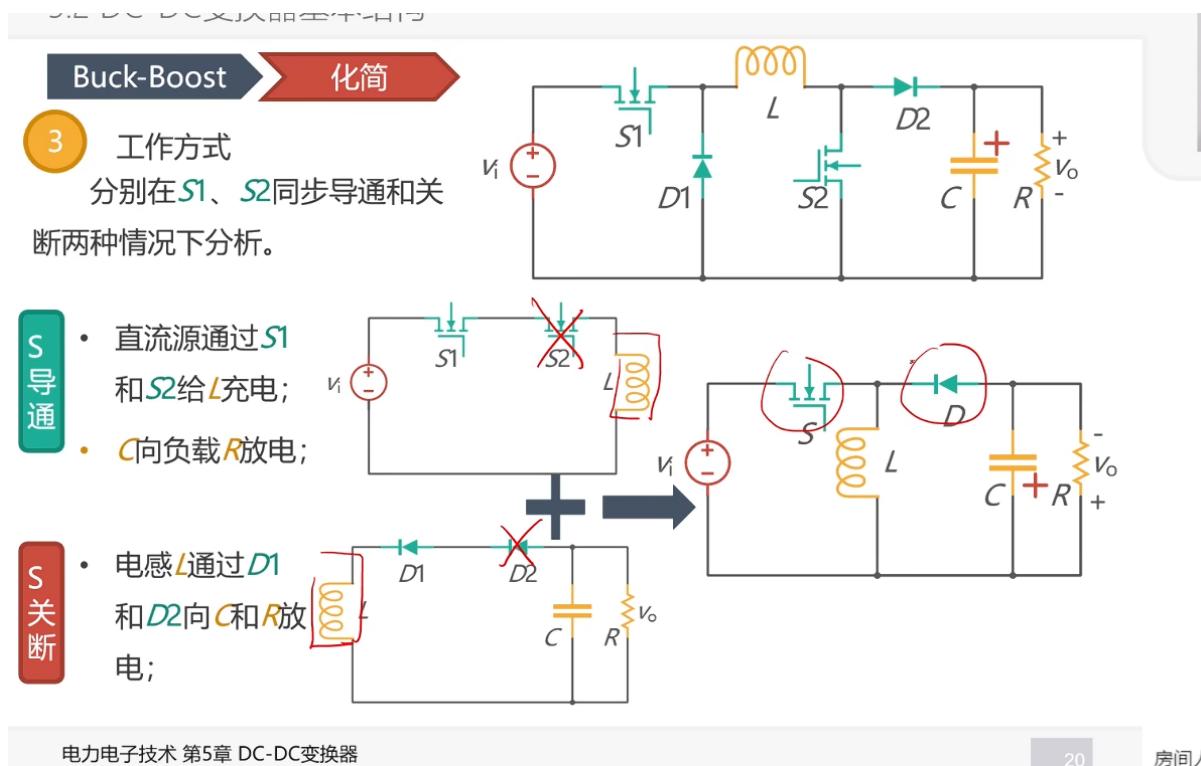
低f下几乎等价

电力电子技术 第5章 DC-DC变换器

19

房间

工作方式的提取



三者关联

太amazing了,把其中一个开关电源类型的支路同时旋转120就可以得到buck boost 或者buck-boost

boost-buck

化简电路：

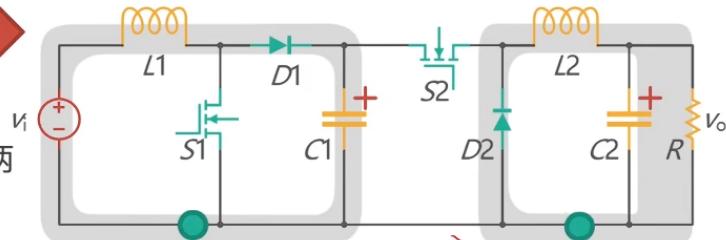
Boost-Buck

化简

1

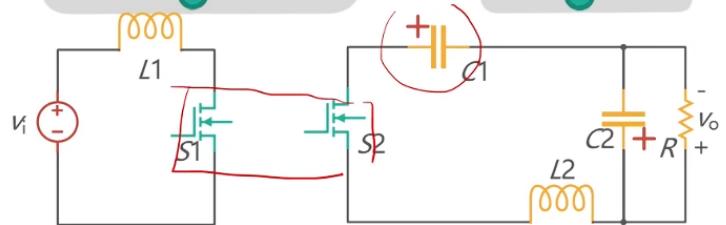
工作方式

分别在 S_1 和 S_2 导通和关断两情形下分析。



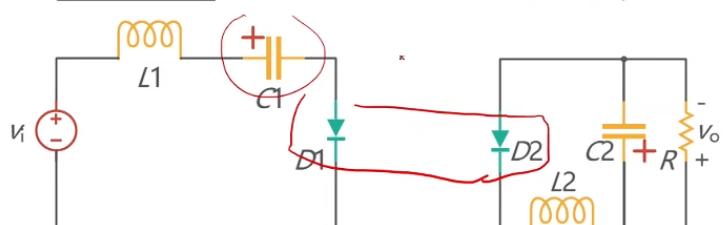
S 导通

- 直流源通过 S_1 给 L_1 充电；
- 电容 C_1 通过 S_2 给 L_2 和 C_2 、 R 充电；



S 关断

- 直流源和 L_1 通过 D_1 给 C_1 充电；
- L_2 通过 D_2 向 C_2 、 R 续流；



->

第5章 DC-DC变换器

5.2 DC-DC变换器基本结构

Boost-Buck

化简

2 检验

将开关导通和关断两部分合，并得出简化后结构。

Cuk

该电路也叫Cuk

