

Boost 变换器中参数斜坡共振控制能力研究*

程为彬† 郭颖娜 康思民 汪跃龙 霍爱清 汤楠

(西安石油大学陕西省钻机控制技术重点实验室, 西安 710065)

(2008 年 10 月 29 日收到 2008 年 12 月 8 日收到修改稿)

以电流型 Boost 电路为基础, 以电感电流的参考值作为共振参数, 详细研究了斜坡共振的调整过程及其控制能力, 推导了稳定状态电路的特征参数. 分别针对分岔和混沌电路, 研究了不同共振电压幅值时参数斜坡共振的控制能力及其稳定参数, 从而实现准确的电路参数设计, 确保电路稳定可靠地工作.

关键词: Boost 变换器, 分岔, 混沌控制, 参数共振

PACC: 0545

1. 引言

与断续电流模式(DCM)和临界电流模式(CRM)相比较, 工作于连续电流模式(CCM)下 Boost 电路产生的输入电流失真较小, 因而在大中功率 DC-DC 变换器中获得广泛应用. Boost 电路采用开关工作方式, 具有很强的非线性, 会产生一系列分岔和混沌现象, 许多学者已经对分岔和混沌现象的产生及其稳定控制进行了大量研究, 并取得许多成果^[1-9], 但仍存在两个问题: 一是假设电路开始已经达到稳定, 然后在外界微扰下进入分岔或混沌状态, 再研究稳定控制. 实际上在 $V_i \leq 0.5V_o$ 时, Boost 电路本身不稳定, 占空比和取样时刻的电感电流呈现不稳定的状态, 在没有外力的控制下自身无法达到稳定, 也就无从谈起稳定状态及其对外界微扰的稳定性控制问题. 而当 $V_i > 0.5V_o$ 时, 电路本身稳定, 并且有确定的稳定控制能力, 即使不施加控制, 也能在外界微扰的情况下重新达到稳定. 二是文献均采用特征值为 -1 作为临界条件进行了定性讨论, 给出稳定控制的范围, 实际上给出的推导只能将电路从混沌状态调整到分岔状态, 而分岔离稳定还有多远, 还需要多大的控制力, 文献中并没有准确地进行定量研究.

本文以峰值电流型 Boost 电路为基础, 以参考电流的斜坡共振为例, 分析电路的起动和调整过程, 讨

论可稳定控制的共振范围及其控制力, 推导稳定状态下各参数特征值, 研究不同共振幅值控制下的混沌控制能力.

2. 参数共振的调整与稳定

2.1. 斜坡共振模型

为深入对比研究, 采用文献[4]中的 Boost 电路, 电路如图 1 所示. 采用峰值电流控制模式, 工作频率固定, 占空比随参考电流大小而变化. 假定负载电压恒定为 V_o . 输出电压的纹波与其幅值相比可以忽略, 电路简化为一阶系统, 可得到相应的离散数学模型

$$\begin{aligned} \frac{I_{\text{ref}} - i_n}{D_n T} &= \frac{V_i}{L}, \quad t \in [t_n, t_n + D_n T), \\ \frac{I_{\text{ref}} - i_{n+1}}{(1 - D_n)T} &= \frac{V_o - V_i}{L}, \\ t &\in [t_n + D_n T, t_n + T), \end{aligned} \quad (1)$$

其中 $i_L|_{t=t_n} = i_n$, $i_L|_{t=t_n+T} = i_{n+1}$.

根据图 1(a) 电路原理, 可知 Boost 电路实际需要经历起动和调整过程, 再到达稳定或不稳定状态. 起动过程中, 图 1(a) 中触发器的输出一直为高电平, 占空比为 100%, 即电感一直充电, 电感电流呈直线上升. 未采用参数共振时, 电感电流调整过程如图 1(b) 所示.

* 国家高技术研究发展计划(863)批准号: 2003AA602013, 陕西省自然科学基金(批准号: SJ08E216)和陕西省教育厅科研专项(批准号: 08JK410)资助的课题.

† E-mail: wbcheng@xsyu.edu.cn

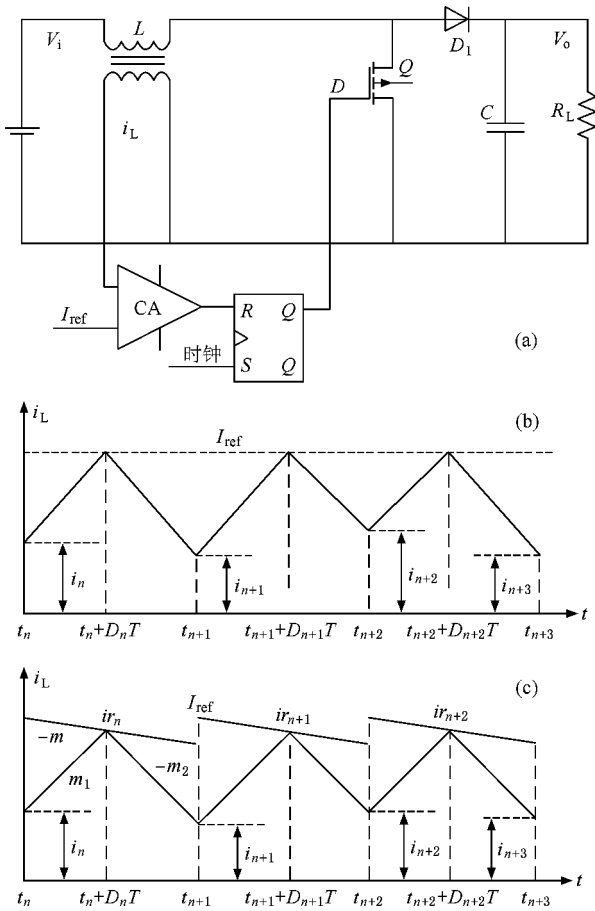


图 1 连续电流模式 Boost 电路原理及工作波形 (a) 电流型控制电路 (b) 无共振时的电感电流曲线 (c) 斜坡共振的电感电流曲线

2.2. 调整过程及其控制力

Boost 电路的分岔和混沌行为对各种电路参数具有很强的敏感性^[10], 可以选择易于控制的电感电流参考值 I_{ref} 作为共振参数, 相应的调整过程如图 1 (c) 所示. 设 i_n 为首次进入调整过程的初值, 即第 n 次取样时刻的电感电流值, ir_n 为第 n 个周期内参考电流曲线与电感电流曲线的交点, 此时电路中的触发器复位, 也称为复位时刻的电感电流值. 依据理想电路的平衡条件, 可得电路的离散方程

$$ir_n = i_n + m_1 D_n T = I_{ref} - m D_n T, \quad (1)$$

$$i_{n+1} = ir_n - m_2 (1 - D_n) T; \quad (2)$$

$$ir_{n+1} = i_{n+1} + m_1 D_{n+1} T = I_{ref} - m D_{n+1} T, \quad (3)$$

$$i_{n+2} = ir_{n+1} - m_2 (1 - D_{n+1}) T;$$

$$ir_{n+2} = i_{n+2} + m_1 D_{n+2} T$$

$$= I_{ref} - m D_{n+2} T,$$

$$i_{n+3} = ir_{n+2} - m_2 (1 - D_{n+2}) T. \quad (4)$$

其中 $m_1 = V_i/L$, $m_2 = (V_o - V_i)/L$, $m = V_m/L$, V_m 为参考电流共振的电压幅值.

则整理以上等式, 可得

$$\Delta i_n = i_{n+1} - i_n = \frac{m_1 + m_2}{m_1 + m} (I_{ref} - i_n) - m_2 T, \quad (5)$$

$$\Delta i_{n+1} = i_{n+2} - i_{n+1} = \frac{m - m_2}{m + m_1} \Delta i_n, \quad (6)$$

$$\Delta i_{n+2} = i_{n+3} - i_{n+2} = \frac{m - m_2}{m + m_1} \Delta i_{n+1} = \left(\frac{m - m_2}{m + m_1} \right)^2 \Delta i_n. \quad (7)$$

依次推导, 可知相邻两次取样时刻电感电流差值以系数 $\frac{m - m_2}{m + m_1}$ 变化, 定义电路的特征系数 λ 等于

$$\frac{m - m_2}{m + m_1}, \text{ 可得} \quad \Delta i_{n+k} = \left(\frac{m - m_2}{m + m_1} \right)^k \Delta i_n = \lambda^k \Delta i_n. \quad (8)$$

在电路调整过程的各周期内取样时刻, 电感电流是逐步稳定的, 则 Δi_{n+k} 应逐步趋近于 0, 即 λ^k 应逐步趋近于 0, 则可得电路的稳定条件为 $-1 < \lambda < 1$, 那么保证电路稳定的共振电压幅值条件为

$$V_m > 0.5 V_o - V_i. \quad (9)$$

当 $|\lambda|$ 越接近于 0 时 Δi_{n+k} 就衰减的越快, 趋近于 0 的速度越快, 电路达到稳定的调整过程越短, 共振控制能力就越强. 当 $V_m = V_o - V_i$ 时, $\lambda = 0$, 衰减最快, 控制能力最强.

对 $V_i > 0.5 V_o$ 电路, 当 $V_m = 0$ 时, 即没有外加共振电压时, $\lambda = -m_2/m_1$, $|\lambda| < 1$, 说明电路本身具有一定的控制力, 无须外加共振即可达到稳定, 而当施加了一定的外部共振时, $|\lambda|$ 恒小于 1.

对 $V_i \leq 0.5 V_o$ 电路, 当施加了足够的斜坡共振幅值时, 在经历 k 次调整后, Δi_{n+k} 趋近于 0, 电路进入稳定状态, 当共振幅度不足时, 电路进入混沌或分岔状态.

2.3. 稳定状态参数

稳定状态下, 电路的稳定平衡等式成立, 即稳定占空比为

$$D_s = \frac{V_o - V_i}{V_o}, \quad (10)$$

则可得稳定状态下, 取样时刻电感电流的稳定值为

$$\begin{aligned} I_s &= I_{\text{ref}} - mD_s T - m_2(1 - D_s)T \\ &= I_{\text{ref}} - \frac{V_m V_o - V_i}{L} T - \frac{V_o - V_i}{L} \frac{V_i}{V_o} T \\ &= I_{\text{ref}} - \frac{V_o - V_i}{L} \frac{V_m + V_i}{V_o} T. \end{aligned} \quad (11)$$

从(11)式中可以看出, 稳定后的取样时刻电感电流值和首次进入调整的电感电流值 i_n 大小无关, 只与输入电压、输出电压和斜坡共振电压有关; 不同幅值的共振所造成取样时刻电感电流稳定值的变化量随着共振电压的变化而线性变化. 稳定时每个周期内电感电流的平均值为

$$\begin{aligned} I_L &= I_s + m_1 D_s T / 2 \\ &= I_{\text{ref}} - \frac{V_o - V_i}{L} \frac{V_m + 0.5V_i}{V_o} T, \end{aligned} \quad (12)$$

则根据输入输出功率平衡法则, 可得

$$I_L V_i = \frac{V_o^2}{R_L}. \quad (13)$$

对不同的输入电压、输出功率及稳定控制性能要求, 可得参考电流的取值应为

$$I_{\text{ref}} = \frac{V_o^2}{V_i R_L} + \frac{V_o - V_i}{L} \frac{V_m + 0.5V_i}{V_o} T, \quad (14)$$

则可知参考电流的取值也应随着共振电压幅值的变化而变化.

同样可得稳定状态下, 复位时刻电感电流的稳

定值为

$$I_{\text{rs}} = I_{\text{ref}} - mD_s T = I_{\text{ref}} - \frac{V_m}{V_o} \frac{V_o - V_i}{L} T. \quad (15)$$

以下以电路呈现分岔和混沌状态为例, 具体研究电感电流斜坡共振时的电路特征参数及其控制能力.

3. 分岔电路斜坡共振

为对比研究, 仍采用文献[10]的电路参数, 即 $V_o = 65 \text{ V}$, $I_{\text{ref}} = 12 \text{ A}$, $i_i = 0 \text{ A}$, $T = 0.0001 \text{ s}$, $L = 0.006 \text{ H}$. 当 $V_i = 32.5 \text{ V}$ 时, 电路处于二分岔状态.

3.1. 参数未共振时电路特征

未加参数斜坡共振时, 二分岔电路的典型特征曲线如图2所示.

当 $V_i = 32.50 \text{ V}$ 时, $V_i = 0.5V_o$, 电路从起动开始, 经过20个周期, 进入调整过程, 由于本身没有控制能力, 电路处于周期二分岔状态, 取样时刻电感电流和占空比均出现周期二分岔现象, 自身无法进入稳定状态. 从图2中可以看出电路电感电流的特征系数 λ 为 -1 , 且占空比 D 在 0.84615 和 0.15385 二值间周期振荡. 当给电路适当幅度的参数共振, 就会将分岔状态转变为稳定状态^[11-14].

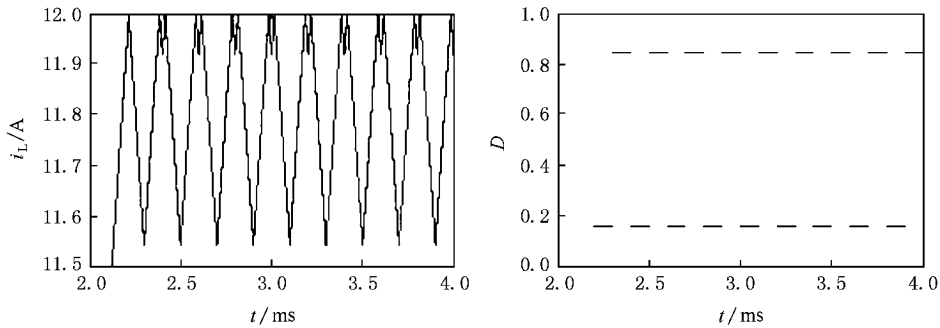


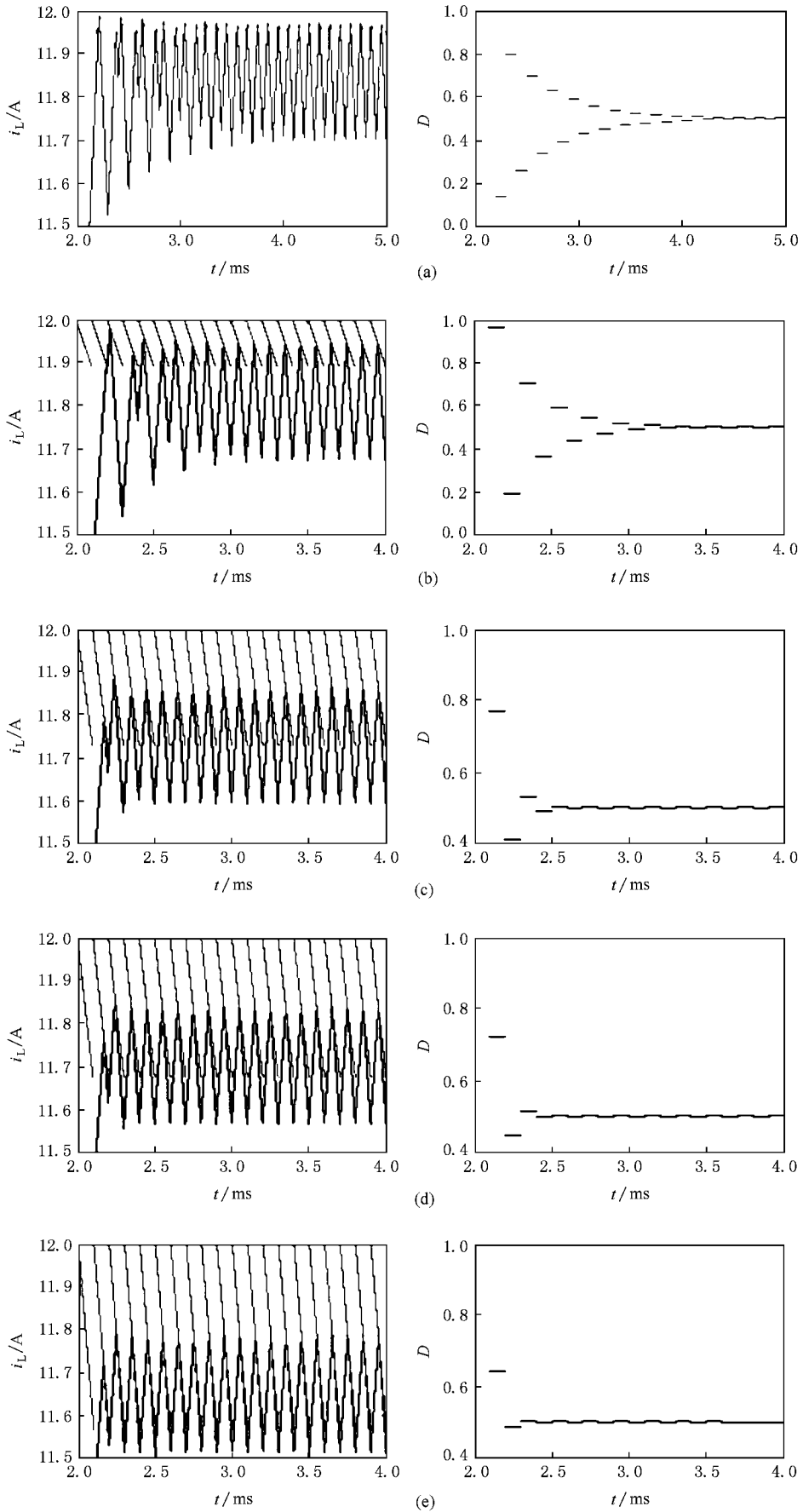
图2 $V_i = 32.50 \text{ V}$ 时电感电流 i_L-t 和占空比 $D-t$ 曲线

3.2. 不同共振幅度时电路特征

以 $\epsilon = \Delta i_{n+k} / \Delta i_n \leq 0.01$ 为评价指标, 分别以不同的共振电压幅值进行仿真, 不同共振幅值时对应的电感电流曲线 i_L 和 D 曲线如图3所示.

电路由分岔状态进入稳定状态的各种电路特征参数如表1所示.

从图3和表1中可以看出: 1) 随着共振电压从无到有, 并逐步增大, 周期二分岔电路均可以进入稳定状态. 2) 在 $V_m \in (0.5V_o - V_i, V_o - V_i)$ 范围内, 随着共振电压逐渐增大, 调整速度加快, 进入稳定状态的时间缩短, 但缩短的周期数并不和共振幅值的增加呈线性关系. 在 $V_m > V_o - V_i$ 范围内, 随着共振电压逐渐增大, 调整速度又逐渐缓慢, 调整时间增加,



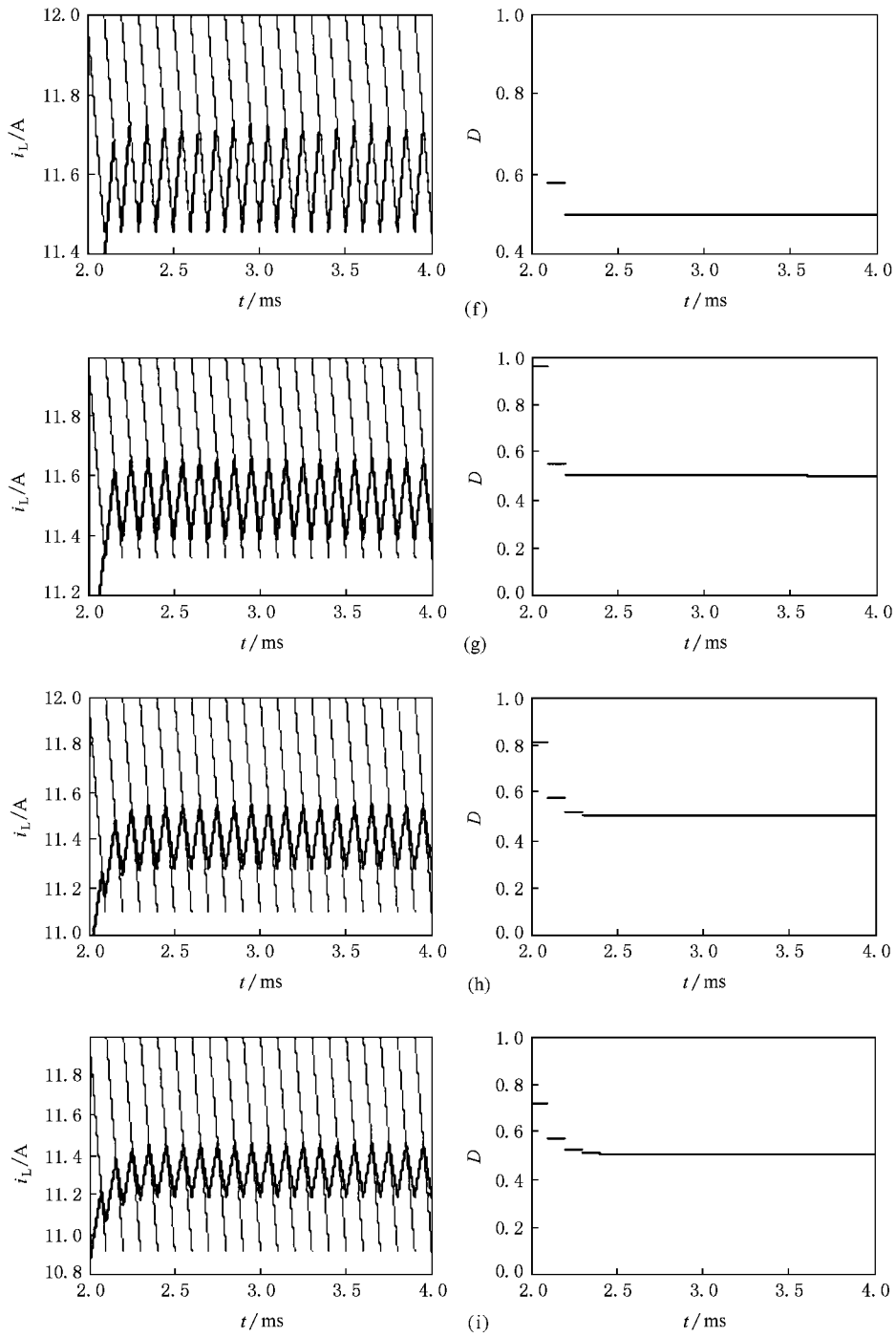


图3 不同共振幅值时分岔电路的特征曲线 (a) $V_m = 3.25\text{ V}$ (b) $V_m = 6.50\text{ V}$ (c) $V_m = 16.25\text{ V}$ (d) $V_m = 19.50\text{ V}$ (e) $V_m = 26.00\text{ V}$ (f) $V_m = 32.50\text{ V}$ (g) $V_m = 40.63\text{ V}$ (h) $V_m = 54.17\text{ V}$ (i) $V_m = 65.00\text{ V}$

增加的周期数也不和增加的共振幅值呈线性关系。
 3) 在 $V_m \in (0.5V_o - V_i, V_o - V_i)$ 范围内, 取样时刻的电感电流值呈衰减趋势, 电路的特征系数 $\lambda \in (-1, 0)$, 其绝对值随共振电压幅值增大而减小。在共振电压 $V_m > V_o - V_i$ 范围内, 取样时刻的电感电流值也呈衰减趋势, 电路的特征系数变为 $\lambda \in (0, 1)$, 并随

共振电压幅值增大而增大, 而且恒小于 1.4) 随着共振电压的增大, 取样时刻和复位时刻电感电流值均随共振电压的变化而变化, 数值分别满足(11)和(15)式。5) 电路的特征系数只与输入电压、输出电压和共振电压幅值有关, 其值等于 $(m - m_2) / (m + m_1)$ 。在 $V_m = V_o - V_i$ 点, 电路的特征系数 $\lambda = 0$, 取

样时刻电感电流值衰减最快,参数共振的控制能力最强,调整过程一步到位.6)稳定状态下,电路平衡关系式 $D_s = (V_i - V_o) / V_o$ 满足.

表 1 $V_i = 0.5 V_o$ 时斜坡共振的电路特征参数

共振电压 V_m/V	稳定时 I_s/A	稳定时 I_m/A	特征系数 λ	调整周 期数/ T	稳定占 空比 D_s
3.25	11.7021	11.9728	-0.8182	23	0.5
6.50	11.6750	11.9458	-0.6667	12	0.5
9.75	11.6479	11.9187	-0.5385	8	0.5
13.00	11.6208	11.8917	-0.4286	6	0.5
16.25	11.5938	11.8646	-0.3333	5	0.5
19.50	11.5667	11.8375	-0.2500	4	0.5
22.75	11.5396	11.8104	-0.1765	3	0.5
26.00	11.5125	11.7833	-0.1111	3	0.5
29.25	11.4854	11.7563	-0.0526	2	0.5
32.50	11.4583	11.7292	0	1	0.5
36.11	11.4282	11.6991	0.0526	2	0.5
40.63	11.3906	11.6615	0.1111	3	0.5
46.43	11.3423	11.6131	0.1765	3	0.5
54.17	11.2778	11.5486	0.2500	4	0.5
65.00	11.1875	11.4583	0.3333	5	0.5

值得注意的是,在共振电压幅值 $V_m = 36.11, 40.63, 46.43, 54.17$ 和 65.00 V 时电路的衰减系数分别与在共振电压幅值为 $V_m = 29.25, 26.00, 22.75, 19.50$ 和 16.25 V 时衰减系数的符号相反、绝对值相等,调整速度一致,调整周期也完全相同,但稳定取样时刻的电感电流及复位时刻电感电流值不同的.产生电路特征系数绝对值相等的共振电压并不在共振电压 $V_m = V_o - V_i$ 点左右对称分布;在 $V_m > V_o - V_i$ 区间产生特征系数绝对值相等的共振电压值比在 $V_m < V_o - V_i$ 区间所需的共振电压值要大.

分析表 1 和图 3 的共振控制结果,可以看出 Boost 电路的电感电流共振电压幅值不必取得过大,一般取 $V_m \in (0.5 V_o - V_i, V_o - V_i)$ 是合适的,此时电路的特征系数 $\lambda \in (-1, 0]$.

4. 混沌电路斜坡共振

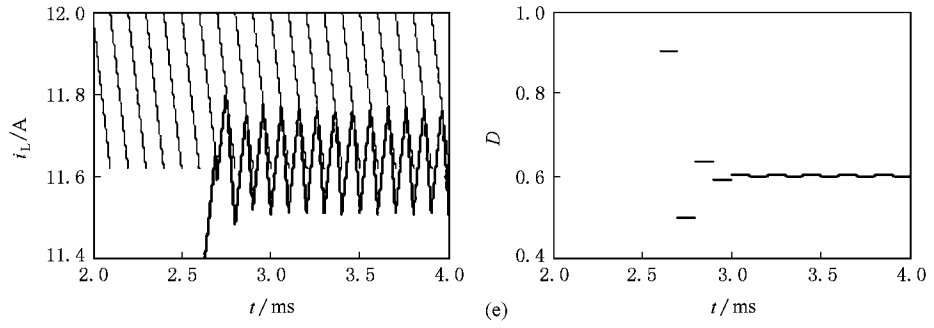
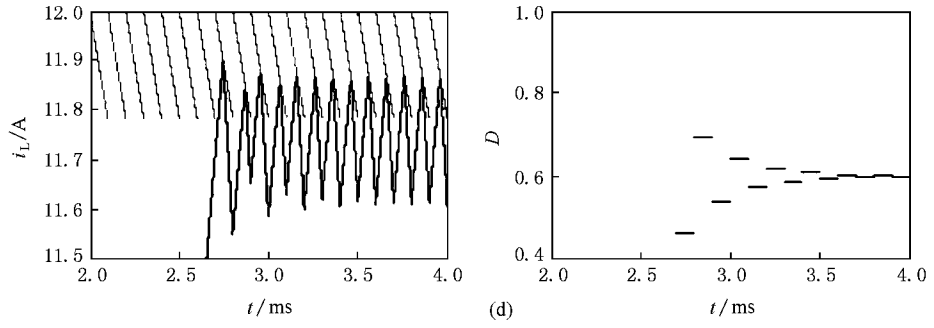
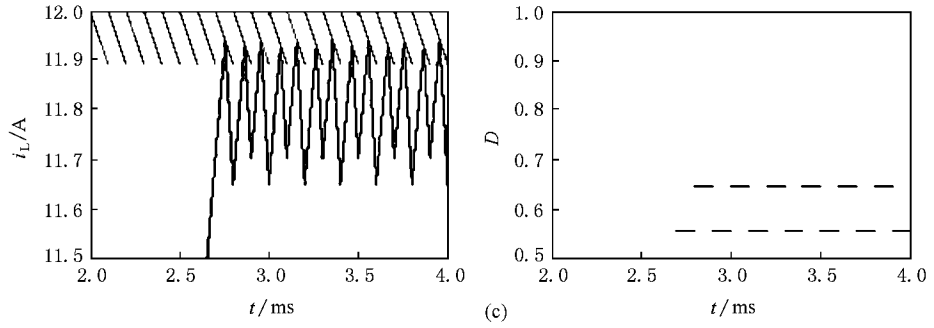
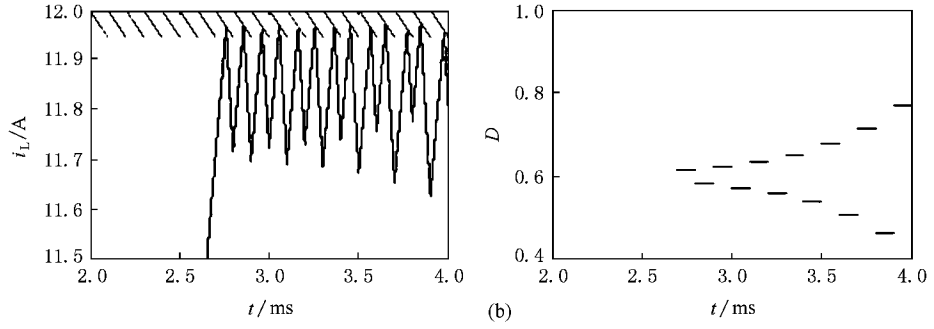
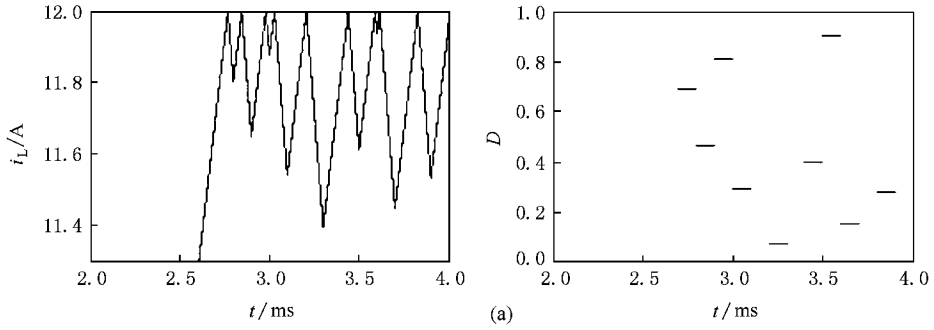
当 $V_i = 26.0$ V 时,电路的稳定性条件不满足,电路处于混沌状态,其特征曲线如图 4(a)所示.电感电流在经历 25 个周期后,开始进入调整过程,由

于自身没有控制力,无法进入稳定状态,而是进入了混沌状态.诸多研究证明,当给 Boost 电路适当频率和适当幅度的参数共振时,就会将混沌状态转变为稳定状态^[11-14].分别以不同幅值的共振电压对参考电流进行控制,可得由混沌状态进入稳定状态的参数如表 2 所示.不同共振电压幅值所产生的电感电流曲线 i_L 和 D 曲线如图 4 所示.

表 2 $V_i = 26.00$ V 时斜坡共振的电路特征参数

共振电压 V_m/V	稳定时 I_s/A	稳定时 I_m/A	特征系数 λ	调整周 期数/ T	稳定占 空比 D_s
3.25	—	—	-1.2414	—	—
6.50	—	—	-1	—	0.5539(1) 0.6461(2)
13.00	11.6100	11.8702	-0.6667	12	0.6
22.75	11.5125	11.7725	-0.3333	5	0.6
26.00	11.4800	11.7400	-0.2500	4	0.6
32.50	11.4150	11.6500	-0.1111	3	0.6
39.00	11.3500	11.6100	0	1	0.6
47.13	11.2688	11.5287	0.1111	3	0.6
65.00	11.0900	11.3500	0.2857	4	0.6

从表 2 和图 4 中可以看出:1)随着共振电压从无到有,并逐步增大,混沌电路也可以进入稳定状态.2)在共振电压 $V_m = 3.25$ V $< 0.5 V_o - V_i$ 时,斜坡共振有微弱的调整作用,调整过程开始一段时间内特征系数为 -1.2414 ,但控制能力仍不足,最终还是进入了混沌状态.3)在 $V_m = 6.5$ V $= 0.5 V_o - V_i$ 时,斜坡共振有一定的调整能力,但也不足以将电路完全稳定下来,从曲线来看,其控制能力只能将电路调整为周期二分岔状态.4)在共振电压取值 $V_m \in (0.5 V_o - V_i, V_o - V_i)$ 范围内,随着共振电压逐渐增大,调整速度逐步加快,调整时间逐渐缩短,但缩短的周期数并不和共振幅值的增加呈线性关系.在 $V_m = V_o - V_i$ 点之后,随着共振电压幅值逐渐增大,调整速度又逐渐缓慢,调整时间增加,增加的周期数也不和增加的共振电压幅值呈线性关系.5)在 $V_m \in (0.5 V_o - V_i, V_o - V_i)$ 范围内,电路的特征系数 $\lambda \in (-1, 0)$,其绝对值随共振电压幅值增大而减小.在 $V_m = V_o - V_i$ 点之后,电路的特征系数又变为 $\lambda \in (0, 1)$,并随共振电压幅值增大而增大,且恒小于 1.6)稳定状态下,取样时刻和复位时刻的电感电流值



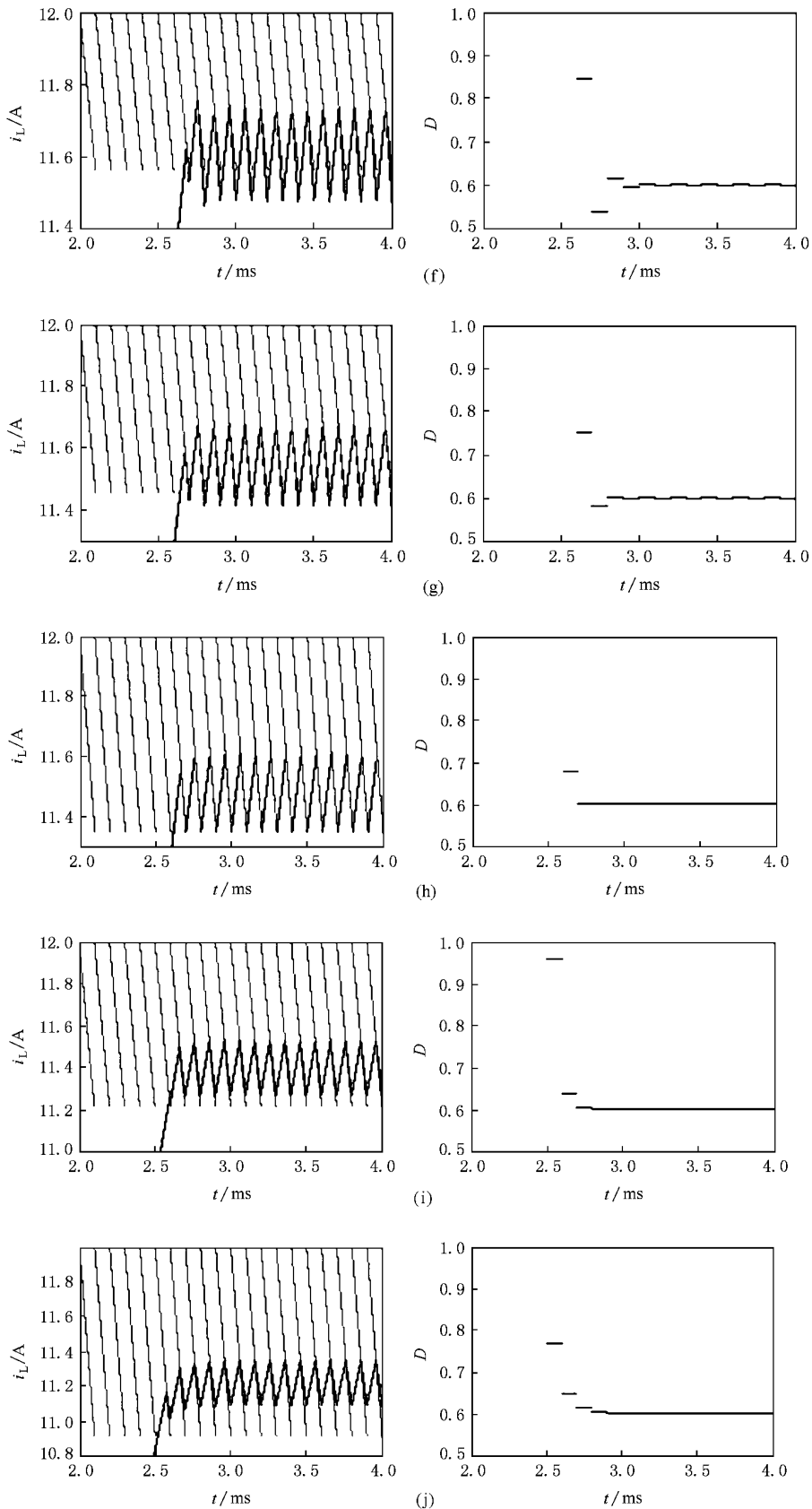


图4 不同共振幅值时混沌电路的特征曲线 (a) $V_m = 0$ V (b) $V_m = 3.25$ V (c) $V_m = 6.50$ V (d) $V_m = 13.00$ V (e) $V_m = 22.75$ V (f) $V_m = 26.00$ V (g) $V_m = 32.50$ V (h) $V_m = 39.00$ V (i) $V_m = 47.13$ V (j) $V_m = 65.00$ V

也分别满足(11)和(15)式.7)在 $V_m = V_o - V_i$ 点, $\lambda = 0$, 参数共振的控制能力最强, 调整过程一步到位. 8)稳定状态下, 电路平衡关系式 $D_s = (V_i - V_o)/V_o$ 满足.

从图4中来看, 在 $V_m = V_o - V_i$ 点左右, 也存在相同绝对值、符号相反的特征系数, 调整速度及时间相同, 而稳定状态下取样时刻和复位时刻的电感电流值均不同, 产生该绝对值相等的电路特征系数的共振电压各点同样不在该点左右对称分布, 在 $V_m > V_o - V_i$ 区间产生绝对值相等的电路特征系数所需的共振电压值比在 $V_m < V_o - V_i$ 区间所需的值大. 分析表2及图4, 可知取 $V_m \in (0.5V_o - V_i, V_o - V_i)$ 是合适的, 即取 $\lambda \in (-1, 0]$ 同样是恰当的.

满足 $V_i > 0.5V_o$ 的 Boost 电路自身具有一定的稳定控制能力, 当共振电压 $V_m = 0$ 时, 即不施加外部控制条件下, 依靠自身的控制力, 电路经过起调和调整过程, 最终会进入稳定状态. 稳定状态下, 外部扰动可能导致电路暂时进入分岔或混沌状态, 无论是 $V_i > 0.5V_o$ 电路还是 $V_i \leq 0.5V_o$ 电路, 在确定的自身或外部共振控制力作用下, 也会最终达到稳定. 鉴于篇幅有限, 不再详细论述, 可参照以上步骤进行研究.

5. 结 论

1. 满足 $V_i \leq 0.5V_o$ 的 Boost 电路启动后进入调整过程, 由于自身没有控制力, 直接进入了分岔或混沌状态, 而无法进入稳定状态. 参考电流斜坡共振可以控制分岔和混沌现象.

2. 处于二分岔的 Boost 电路在不同共振幅度下都能进入稳定, 不同共振幅度的控制能力和调整速度是不同的. 稳定状态下各种参数的值与共振电压幅值存在确定的关系式.

3. 对混沌电路而言, 电压幅值小于 $0.5V_o - V_i$ 的共振控制能力弱, 不能有效地控制混沌现象. 电压幅值等于 $0.5V_o - V_i$ 的共振可以将混沌电路引入到二分岔状态. 电压幅值大于 $0.5V_o - V_i$ 的共振可以控制混沌, 达到稳态.

4. 对分岔和混沌电路, 当 $V_m = V_o - V_i$ 时, 调整速度最快, 可以一个周期即达到稳定.

5. 对于分岔和混沌不稳定电路, 参考电流斜坡共振时, 取 $V_m \in (0.5V_o - V_i, V_o - V_i)$ 是合适的, 此时 $\lambda \in (-1, 0]$. 实际的斜坡共振电压幅值可根据对电路功率、参数和调整过程的要求来定量选择.

- [1] Tse C K 1994 *IEEE transactions on circuits and systems* **41** 16
- [2] Chan William C Y, Tse C K 1997 *IEEE transactions on circuits and systems* **44** 1129
- [3] Tse C K, Lai Y M, Chow M H L 2000 *International Conference on Industrial Electronics, Control and Instrumentation* **2** 413
- [4] Zhou Y F, Chen J N, Xie Z G, Ke D M, Shi L X, Sun W F 2004 *Acta Phys. Sin.* **53** 3676 (in Chinese) [周宇飞、陈军宁、谢智刚、柯导明、时龙兴、孙伟锋 2004 物理学报 **53** 3676]
- [5] Zhu N, Wu W L, Shao J A 2004 *Journal of Circuits and Systems* **9** 79 (in Chinese) [朱宁、吴为麟、邵建昂 2004 电路与系统学报 **9** 79]
- [6] Zhao Y B, Zhang D Y, Zhang C J 2007 *Chin. Phys.* **16** 933
- [7] Lu W G, Zhou L W, Luo Q M, Du X 2007 *Acta Phys. Sin.* **56** 6275 (in Chinese) [卢伟国、周维维、罗全明、杜雄 2004 物理学报 **53** 3676]
- [8] Ren H P, Liu D 2005 *Chin. Phys.* **14** 1352
- [9] Zhou Y F, Chen J N, Ke D M 2005 *Acta Electronica Sinica* **33** 915 (in Chinese) [周宇飞、陈军宁、柯导明 2005 电子学报 **33** 915]
- [10] Cheng W B, Fu Z W, Zhong Y R 2008 *Chinese Journal of Mechanical Engineering* **44** 246 (in Chinese) [程为彬、傅钟炜、钟彦儒 2008 机械工程学报 **44** 246]
- [11] Ott E, Grebogi C, Yorke J A 1990 *Phys. Rev. Lett.* **64** 1196
- [12] Ditto W L, Rauseo S N, Spano M L 1990 *Phys. Rev. Lett.* **65** 3211
- [13] Shinbrot T, Grebogi C, Ott E, Yorke J A 1993 *Nature* **363** 411
- [14] Ott E, Spano M L 1995 *Physics Today* **34**

Study on control power in Boost converter with parameter ramp resonance^{*}

Cheng Wei-Bin[†] Guo Ying-Na Kang Si-Min Wang Yue-Long Huo Ai-Qing Tang Nan

(*Shaanxi Key Laboratory of Drilling Rigs Control Technique, Xi'an Shiyou University, Xi'an 710065, China*)

(Received 29 October 2008 ; revised manuscript received 8 December 2008)

Abstract

The bifurcation and chaos should exist in Boost converter while the circuit stability conditions are not satisfied and the stable state could not be gotten by its self control power. As a kind of OGY method without feedback, the parameter resonance can control the bifurcation and chaos in Boost converter. Based on current controlled Boost circuit, the regulating process and its control power are discussed with the reference value of inductor current as the resonant parameter, and the characteristic parameters in the stable state are also deduced in detail. The control power of parameter resonance with different resonant voltages and the stable characteristic parameters are analyzed for the bifurcation and chaos circuits, so as to realize the precise design of circuit parameters and ensure the Boost converter to work steadily and reliably.

Keywords : Boost converter , bifurcation , chaos control , parameter resonance

PACC : 0545

^{*} Project supported by National High Technology Research and Development Program of China (863 program)(Grant No. 2003AA602013), the Natural Science Foundation of Shaanxi Province (Grant No. SJ08E216) and the Specialized Research Fund for Shaanxi Province Education Department (Grant No. 08JK410).

[†] E-mail :wbcheng@xsyu.edu.cn