

STATCOM 对感应电动机负载扰动引起母线电压失稳的抑制作用研究

李明明, 李文磊*

(宁波大学 信息科学与工程学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 鉴于感应电动机的负载扰动是电压失稳的一个主要原因, 因此提出在临界转差率下, 感应电动机消耗的无功功率与负载转矩近似相等这一观点; 在此基础上, 根据节点电压与无功功率的关系, 推导出感应电动机接入点母线电压临界稳定值与负载转矩之间的具体关系式. 设计了 STATCOM 控制系统, 基于 MATLAB/SIMULINK 对含感应电动机和 STATCOM 的一个配电系统进行仿真. 仿真结果表明了观点与表达式的正确性, 也揭示了 STATCOM 在稳定母线电压的基础上能够提高感应电动机的带负载能力, 说明 STATCOM 对负荷引起的电压失稳具有抑制作用.

关键词: 电压失稳; 感应电动机; 负载扰动; 无功功率

中图分类号: TM712

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2015) 04-0025-06

随着现代电力系统的发展以及资源、环境的限制, 我国已形成了远距离、重负荷的输电格局^[1]. 东部沿海的城市电网, 大型负荷受端区域集中, 输电线路上传送较大功率时, 微小的负荷扰动也可能使受端母线电压大幅下降^[2], 易引发电压失稳事故. 电力系统中电压失稳时, 角度、频率变化较小, 某些节点电压却持续下降, 最终可导致系统电压过低、负荷丢失甚至系统崩溃^[3]. 电力系统中负荷以感应电动机为主^[4], 因此系统母线电压稳定与感应电动机负荷的动态特性有密切关系^[5], 研究感应电动机的负载扰动对母线电压稳定性的影响机理, 对提高电力系统稳定性有重要意义.

近年来利用 FACTS (Flexible Alternative Current Transmission Systems) 稳定电力系统电压是一个研究热点^[6]. FACTS 是指用装有电力电子器件构成的装置来加强电力系统的可控性和提高功率传输能力的交流输电系统^[7]. STATCOM (Static Synchronous Compensator) 作为 FACTS 中的一员, 具有响应速度快、调节性能好、谐波小等优点, 是一种具有广阔应用前景的新型静止无功补偿装置^[8]. 目前对

STATCOM 的研究热点多集中在 STATCOM 的控制策略上, 以及 STATCOM 在电力系统镇定方面的作用.

文中研究侧重于 STATCOM 对由负荷扰动引起电压失稳的抑制作用. 首先给出了负载转矩与转差率之间的关系, 并以此来判定感应电动机运行的稳定性; 然后推出感应电动机稳定的必要条件, 提出在临界转差率下, 负载转矩与电机消耗的无功功率近似相等的结论, 并以此结论为基础, 给出临界条件下母线电压稳定最小值与电动机负载转矩之间的具体关系式, 该式表明电力系统中一些节点电压失稳与感应电动机负载扰动有直接关系. 设计了 STATCOM 控制系统, 通过对含感应电动机和 STATCOM 的一个配电系统进行仿真, 为贴近电力系统中负荷组成的实际情况, 负荷由动态负荷和静态负荷按一定比例组成^[9], 仿真结果证明了结论的正确性.

1 感应电动机暂态电压稳定性

感应电动机暂态模型如图 1 所示, 其中 r_1, r_2 分

收稿日期: 2014-07-15.

宁波大学学报(理工版) 网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 浙江省科技厅重点科技创新团队自主设计项目 (2010R50004, 2012R10004-03).

第一作者: 李明明 (1989—), 男, 江苏东海人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 电力系统稳定性控制. E-mail: mmlsvg@163.com

*通信作者: 李文磊 (1970—), 男, 吉林农安人, 博士/副教授, 主要研究方向: 电力系统稳定性控制. E-mail: liwenlei@nbu.edu.cn

别为定子、转子电阻折算值; x_1, x_2 分别为定子、转子感抗折算值; x_m 为励磁电抗; s 为转差率. 由于铁损等值电阻 r_m 较小, 做近似处理 $r_m \approx 0$.

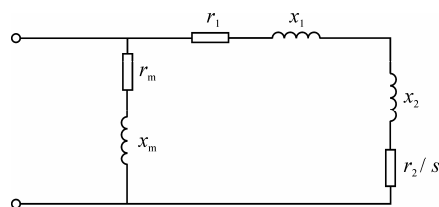


图1 感应电动机的暂态模型^[10]

某 750 kW 感应电动机的相关参数见表 1.

表1 感应电动机参数^[11]

参数	数值
额定电压/V	690
额定容量/kW	750
定子电阻/pu	0.016 5
转子电阻/pu	0.018
定子漏抗/pu	0.232
转子漏抗/pu	0.028 5
互感/pu	5.821

感应电动机的转子方程为:

$$T_j ds / dt = T_m - T_e. \quad (1)$$

感应电动机的电磁转矩 T_e 为 r_2 / s 消耗的功率的标么值(per unit, pu):

$$T_e = \frac{U^2 r_2 / s}{(r_2 / s + r_1 + r_2)^2 + (x_1 + x_2)^2}. \quad (2)$$

(1)式中 T_j 为转子惯性时间常数, T_m 为感应电动机输出转矩, 假定输出转矩不经过减速器等装置直接作用在负载上, 可认为输出转矩与负载转矩近似相等, 以下则称 T_m 为负载转矩. 考虑到机械摩擦、裕量等因素, T_e 应大于 T_m , 令 $T_e = k_m T_m$, 可知 $k_m > 1$, 其值与摩擦转矩、裕度等因素有关. 上述两式可化为:

$$T_m = \frac{1}{k_m} \frac{U^2 r_2 / s}{(r_2 / s + r_1 + r_2)^2 + (x_1 + x_2)^2}, \quad (3)$$

$$T_j ds / dt = (1 - k_m) T_m. \quad (4)$$

由(2)式知感应电动机两端电压 U 、转差率 s 变化, 可导致 T_e 发生变化; 由(4)式知, T_m 发生扰动, 转差率 s 发生变化, 引起 T_e 变化, 直至 T_e 与 T_m 平衡, 感应电动机达到稳态平衡.

根据(3)式可得到 T_m 与 s 在不同母线电压下的特性曲线如图 2 所示.

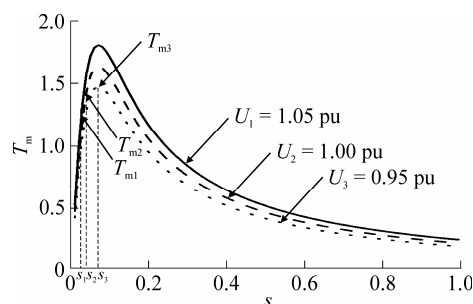


图2 母线电压不同时的 T_m-s 曲线

根据(3)式和(4)式可得:

$$\Delta T_m = k_s \Delta s, \quad (5)$$

$$T_j d\Delta s / dt = (1 - k_m) \Delta T_m, \quad (6)$$

式中, k_s 为变量, 与电机参数、运行状态有关, 是 T_m-s 特性曲线的切线斜率, 随着 s 变化而变化. 根据(5)式和(6)式, 可得如下二阶方程:

$$T_j d\Delta s / dt - (1 - k_m) k_s \Delta s = 0, \quad (7)$$

(7)式特征根 $p = (1 - k_m) k_s / T_j$. 由于 $k_m > 1$, $T_j > 0$, 则当 $k_s > 0$ 时, 系统稳定. 根据图 2 可知, 令 $dT_m / ds = 0$, T_m 达到最大值, 对应转差率为临界转差率:

$$s_c = \frac{r_2}{\sqrt{(x_1 + x_2)^2 + (r_1 + r_2)^2}}. \quad (8)$$

当 s 满足 $0 < s < s_c$ 时, $k_s > 0$, 感应电动机稳定; 而当 $s = s_c$ 时, 感应电动机临界稳定; 当 $s > s_c$, 感应电动机不稳定. 由于重负荷扰动危害大, 能够导致感应电动机堵转, 消耗的无功功率急剧增加, 进而导致感应电动机接入点母线电压迅速下降, 发生电压失稳事故, 因此本文中考虑负载扰动是指接近临界负载下, 负载转矩加重.

感应电动机运行时, 定子、转子消耗的无功功率为:

$$Q_1 = \frac{U^2 (x_1 + x_2)}{(r_2 / s + r_1 + r_2)^2 + (x_1 + x_2)^2}. \quad (9)$$

感应电动机励磁支路消耗的无功功率为:

$$Q_2 = U^2 x_m / (r_m^2 + x_m^2). \quad (10)$$

消耗总的无功功率为:

$$Q = Q_1 + Q_2. \quad (11)$$

可得 Q 关于 T_m 的表达式为:

$$Q = \frac{k_m T_m (x_1 + x_2) s}{r_2} + \frac{k_m T_m x_m}{r_2 (r_m^2 + x_m^2)} \left(\frac{r_2}{s} + r_2 + r_1 \right)^2 s + \frac{k_m T_m x_m (x_1 + x_2)^2 s}{r_2 (r_m^2 + x_m^2)}. \quad (12)$$

当感应电动机处于临界稳定时, 对应的转差率为 s_c , (8)式求解后代入(12)式, 可得此时系统消耗的无功功率为:

$$Q = \frac{k_m T_m (x_1 + x_2)}{\sqrt{(x_1 + x_2)^2 + (r_1 + r_2)^2}} + \frac{k_m T_m (\sqrt{(x_1 + x_2)^2 + (r_1 + r_2)^2} + r_1 + r_2)^2}{x_m \sqrt{(x_1 + x_2)^2 + (r_1 + r_2)^2}} + \frac{k_m T_m (x_1 + x_2)^2}{x_m \sqrt{(x_1 + x_2)^2 + (r_1 + r_2)^2}}. \quad (13)$$

定子、转子的电阻之和与漏抗之和相比较小, 而励磁电抗远远大于定子、转子漏抗, (13)式代入感应电动机的参数, 可求得 $Q = 1.08 k_m T_m$. 感应电动机稳定运行时, 电磁转矩与负载转矩近似相等, 可认为 $k_m \approx 1$, 因此感应电动机处于临界稳定状态时, 消耗的无功功率为:

$$Q_{T_m = T_{m, \max}} \Big|_{s=s_c} \approx k_m T_m \approx T_m. \quad (14)$$

由(14)式可以看出, 感应电动机处于临界稳定时, 负载转矩 T_m 与感应电动机消耗的无功功率近似相等, 如果此时负载转矩 T_m 大幅度增加, 造成电机堵转, 消耗无功功率增加, 致使感应电动机接入点的母线电压下降.

在实际系统中, 由于系统容量有一定裕度, 当某台感应电动机负载转矩增大, 对电机接入点电压造成的影响不明显. 但当系统中仅有 1 个感应电动机负荷和 1 个小的固定负荷时, 感应电机负载的变化对接入点的电压影响较为明显. 从图 2 中可见, 如果某个负载转矩 T_{m1} 增加到 T_{m2} 时, 一方面会使转差率 s_1 增加(仅考虑 $0 < s < s_c$), 一方面又使电机接入点母线电压下降, 电压下降又会使得 s_1 继续增加, 直至 $s_1 = s_2$. 如果某个感应电动机工作在母线电压 U_2 时, 由 T_{m2} 增加到 T_{m3} , 则 s_2 增加, 母线电压 U_2 下降, 恰好使得 $s = s_c$, 感应电动机接入点的母线电压变为 U_3 , 此时系统处于临界稳定状态, 如果母线电压继续下降, 或者负载继续增加, 则系统就会崩溃. 假设此时母线电压为 $U_{\min}$, 对应的负载转矩为 $T_{\max}$, 可得临界稳定电压为:

$$U_{\min} = \sqrt{\frac{k_m T_m ((\sqrt{(r_1 + r_2)^2 + (x_1 + x_2)^2})^2 + (x_1 + x_2)^2)}{\sqrt{(r_1 + r_2)^2 + (x_1 + x_2)^2}}} \approx \sqrt{2 k_m T_{\max} (x_1 + x_2)}. \quad (15)$$

从(15)式可以看出, 感应电动机处于临界状态时, 接入点的母线最小电压与此时电机对应的负载转矩有关. 而要保证感应电动机在负载扰动下能够稳定运行, 须保证接入点母线电压 $U \geq U_{\min}$.

2 STATCOM 无功补偿原理及建模

为简化分析, 对包含 STATCOM 和感应电动机的 35 kV 配电系统做适当的简化. 假设可编程电压源为 $E \angle \delta$, STATCOM 接入点的母线电压为 $U \angle 0$, 线路的阻抗为 $R + jX$. STATCOM 不工作时, 系统提供的无功功率为^[12]:

$$Q = \frac{EU \cos \delta}{R^2 + X^2} X - \frac{EU \sin \delta}{R^2 + X^2} R - \frac{U^2}{R^2 + X^2} X. \quad (16)$$

STATCOM 工作时, I_{ST} 为 STATCOM 提供的无功电流, 系统提供的无功功率为:

$$Q = \frac{EU \cos \delta}{R^2 + X^2} X + U I_{ST} - \frac{EU \sin \delta}{R^2 + X^2} R - \frac{U^2}{R^2 + X^2} X. \quad (17)$$

比较(16)式和(17)式, 可见 STATCOM 工作时, 系统提供的无功功率显著地增加. 因此当感应电动机负载发生扰动, 致使感应电动机堵转, 消耗的无功功率急剧增加, 造成接入点母线电压下降时, STATCOM 能够快速提供足够的无功功率, 支撑电压, 使负荷母线电压大于临界稳定电压 $U_{\min}$.

以三相桥两电平结构的 STATCOM 简化电路的图 3 为例^[13].

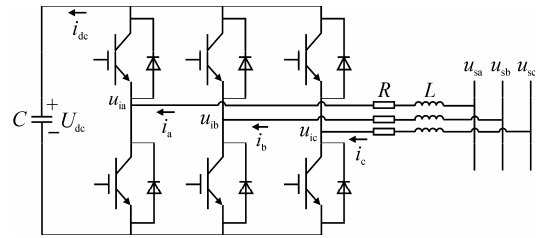


图3 STATCOM 等效电路

图3中 R 为损耗的等效电阻; L 为连接电抗器的电感; i_a, i_b, i_c 为三相电流; u_{sa}, u_{sb}, u_{sc} 为系统三相电压; C 为逆变器的直流侧电容, U_{dc} 为电容两端电压; u_{ia}, u_{ib}, u_{ic} 为逆变器输出的电压, 设逆变器的调制比为 K , 则:

$$u_i = K U_{dc}. \quad (18)$$

根据以上条件, 可得 STATCOM 在 $d-q$ 坐标下的动态模型为:

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \\ U_{dc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R}{L} & \omega & \frac{K}{L} \cos \theta \\ -\omega & -\frac{R}{L} & \frac{K}{L} \sin \theta \\ -\frac{3K}{2C} \cos \theta & -\frac{3K}{2C} \sin \theta & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \\ U_{dc} \end{bmatrix} - \frac{1}{L} \begin{bmatrix} U_s \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (19)$$

式中: i_d, i_q 为逆变器输出电流的 dq 分量, u_{id}, u_{iq} 为逆变器输出的电压分量, θ 为 STATCOM 输出电压与系统电压之间的相角差, U_s 为系统电压的有效值。

只考虑 STATCOM 输出电压基波分量^[14], 稳态时有:

$$i_q(\infty) = -\frac{U_s}{2R} \sin 2\theta. \quad (20)$$

由(19)式和(20)式可以看出, 通过改变 θ 可以控制逆变器输出电压的大小, 继而控制 STATCOM 产生无功功率的性质和大小。

在 $\theta = 0$ 处对(19)式做线性化处理, 可得:

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \\ U_{dc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R}{L} & \omega & \frac{K}{L} \cos \theta_0 \\ -\omega & -\frac{R}{L} & \frac{K}{L} \sin \theta_0 \\ -\frac{3K}{2C} \cos \theta_0 & -\frac{3K}{2C} \sin \theta_0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \\ U_{dc} \end{bmatrix} - \frac{1}{L} \begin{bmatrix} U_s \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -\frac{K}{L} U_{dc} \sin \theta_0 \\ \frac{K}{L} U_{dc} \cos \theta_0 \\ \frac{K}{C} \sin \theta_0 - \frac{K}{C} \cos \theta_0 \end{bmatrix} \Delta \theta. \quad (21)$$

以 θ 为输入, i_q 为输出, 可得系统框图(图 4)。

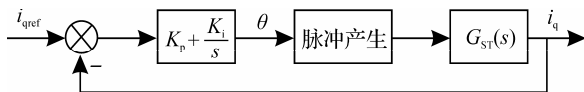


图 4 含 STATCOM 的系统框图

由(21)式可得 STATCOM 系统开环传递函数:

$$G_{ST}(s) = \frac{-\frac{U_s}{L}(s^2 + \frac{R}{L}s + \frac{K^2}{LC})}{s^3 + 2\frac{R}{L}s^2 + \left(\frac{R^2}{L^2} + \omega^2 + \frac{K^2}{LC}\right)s + \frac{K^2 R}{L^2 C}}. \quad (22)$$

设 PI 控制器的开环传递函数为:

$$G_{PI}(s) = K_p + K_i / s. \quad (23)$$

则整个系统的闭环传递函数为:

$$G(s) = \frac{G_{PI}(s)G_{ST}(s)}{1 + G_{PI}(s)G_{ST}(s)}. \quad (24)$$

3 仿真研究

利用 MATLAB/SIMULINK 搭建 1 个 35 kV 的配电系统^[15]: 同步发电机用三相可编程电压源代替, 其后依次接 25 km 的配电线, 用 π 型等值电路代替、用电感电路模拟 2 km 配电线、STATCOM 装置、降压变压器、固定负载以及感应电动机负载, 其中固定负载与感应电动机并联。变压器低压侧电压为 690 V。

在仿真过程中, 由于仿真模型中感应电动机直接启动, 在启动过程有冲击性电流产生, 致使仿真图形在开始阶段有一定的扰动, 但由于与研究内容无关, 因此仿真图形忽略了感应电动机启动过程的部分状态曲线。

图 5 为感应电动机临界稳定情况下 $Q-T_m$ 关系仿真结果。从图 5 中可见, 在接近 1.13 s 处, 感应电动机的负载转矩达到稳态最大值, 负载转矩曲线与感应电动机消耗的无功功率曲线重合在一起, 以此可证明(14)式的结论, 即感应电动机处于临界稳定时, 负载转矩 T_m 与消耗的无功功率近似相等, T_m 受到扰动大幅度增加, 造成感应电动机堵转, 消耗的无功功率急剧增加, 致使接入点的母线电压下降。

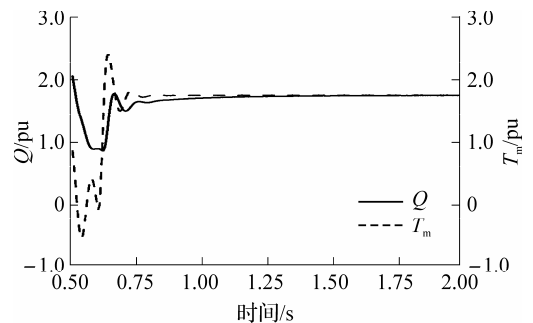


图 5 临界情况下 $Q-T_m$ 关系

图 6 为在临界稳定情况下, 系统含 STATCOM 装置(电源发生扰动)、系统不含 STATCOM 装置(电源未发生扰动)、系统不含 STATCOM 装置(电源发生扰动)时, 感应电动机接入点母线电压仿真结果

对比. 图中曲线表示感应电动机接入点的母线电压在不同条件下的变化情况. 临界负载转矩下, 感应电动机接入点对应的母线电压为 $U_{\min}$. 电源扰动是指在 1.0 s 时, 控制三相可编程电压源幅值降低 1%, 持续时间为 1 s. 比较系统不含 STATCOM 装置(电源未发生扰动)曲线与系统不含 STATCOM 装置(电源发生扰动)曲线可知, 电源发生扰动, 使感应电动机接入点的电压 $U < U_{\min}$, 电机发生堵转, 导致系统电压继续大幅下降, 远大于电源扰动在电机接入点对母线电压造成的影响, 接入点母线电压易失稳. 比较系统含 STATCOM 装置(电源发生扰动)曲线与系统不含 STATCOM 装置(电源发生扰动)曲线可知, STATCOM 可抑制电源带来的扰动, 能防止系统发生电压失稳事故, 且 STATCOM 可以提高感应电动机接入点母线电压, 增加系统稳定裕度. 从仿真结果可看出 $U_{\min} = 0.98$, (15)式中, 当 k_m 取 1.05 时, $U_{\min}$ 的理论计算值为 0.979, 因此也就验证了(15)式的结论: 感应电动机处于临界稳定状态时, 接入点母线电压最小值 $U_{\min}$ 与此时感应电动机的负载转矩有关; 要保证感应电动机在负载扰动下满足稳定运行, 避免系统电压失稳, 须保证接入点母线电压 $U \geq U_{\min}$.

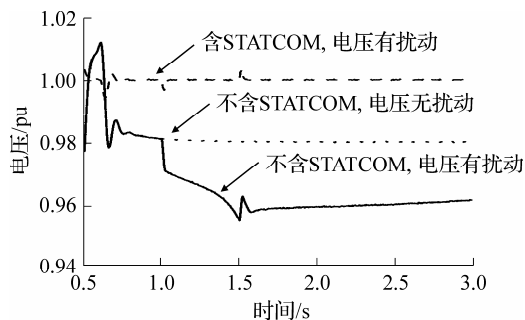


图6 U 与 $U_{\min}$ 在不同关系下母线电压稳定性

图7~图8为感应电动机发生堵转时有无 STATCOM 电动机接入点母线电压及电动机的转子角速度仿真结果对比. 从图7和图8可以看出, 负载发生扰动大于临界负载 T_m 时, 如果不含 STATCOM 装置, 电机堵转, 消耗无功功率剧增, 接入点母线电压大幅度下降, 电压较易失稳. 而 STATCOM 可以在电机堵转时提供无功功率, 支撑母线电压, 提高电压水平, 保证电机运行, 增加系统稳定裕度. 从这个角度看, STATCOM 可以提高感应电动机的带负载能力, 增加系统的稳定裕度.

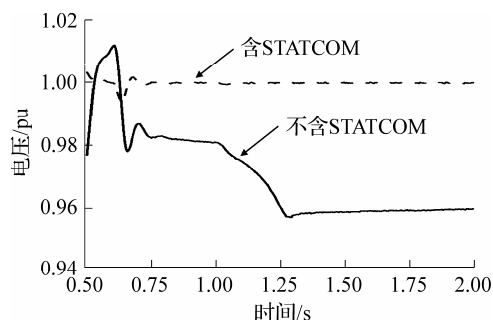


图7 电机堵转时母线电压波形

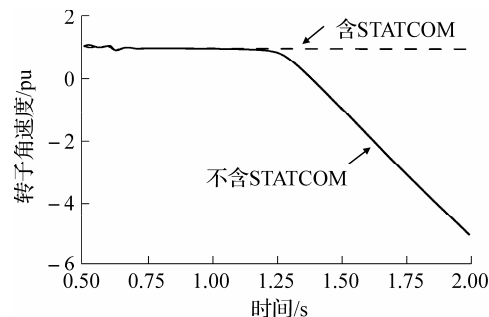


图8 堵转时电机转子角速度

图9给出了未达到临界情况时感应电动机负载发生小扰动时, 有无 STATCOM 电动机接入点母线电压仿真结果对比. 从图9中可以看到, 感应电动机运行在未达到临界情况下负载发生小扰动时, STATCOM 仍然可以稳定系统电压, 提高系统的稳定裕度.

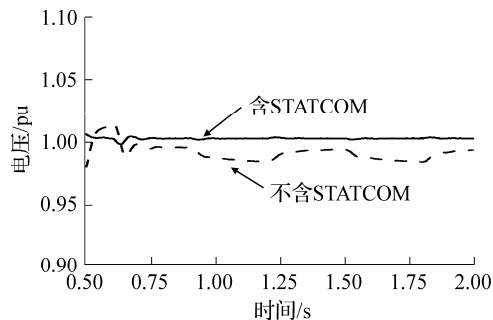


图9 负载小扰动时电压波形

4 结语

提出了在临界转差率条件下, 感应电动机消耗的无功功率与负载转矩近似相等的结论, 根据该结论推出电机接入点临界母线电压与负载转矩之间的具体关系, 证明电力系统中某些节点电压失稳与感应电动机负载扰动有直接关系. 然后设计了 STATCOM 装置的控制系统, 并对各个情况下的感应电动机负载扰动进行仿真. 仿真结果不仅

证明了提出的结论及推出的关系式的正确性, 也表明 STATCOM 装置能提高感应电动机的带负载能力、增加系统电压稳定性. 因此, 在重负荷受端区域的适当节点安装 STATCOM 装置, 可有效地提高系统电压的稳定性, 防止电压失稳事故发生.

参考文献:

- [1] 苏宏田, 齐旭, 吴云. 我国特高压直流输电市场需求研究[J]. 电网技术, 2005, 29(24):1-4.
- [2] 陈闽江. 含 STATCOM 的动态电压稳定分析研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2010.
- [3] 徐浩. 电力系统电压稳定研究[D]. 南京: 东南大学, 2005.
- [4] 孙华东, 周孝信, 李若梅. 计及感应电动机负荷的静态电压稳定性分析[J]. 中国电机工程学报, 2005, 25:1-7.
- [5] 孙华东, 周孝信, 李若梅. 感应电动机负荷参数对电力系统暂态电压稳定性的影响[J]. 电网技术, 2005, 29:1-6.
- [6] Habur K, O'Leary D. Facts-flexible alternating current transmission systems for cost effective and reliable transmission of electrical energy[R]. Siemens-world Bank document-final Draft Report, Erlangen, 2004.
- [7] 杨晓萍. 高压直流输电与柔性交流输电[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010:150-167.
- [8] Mithulananthan N, Canizares C A, Reeve J, et al. Comparison of PSS, SVC, and STATCOM controllers for damping power system oscillations[J]. Power Systems, IEEE Transactions on, 2003, 18(2):786-792.
- [9] 张红斌, 汤涌, 张东霞, 等. 负荷建模技术的研究现状与未来发展方向[J]. 电网技术, 2007, 31(4):6-10.
- [10] 张敏. 包含静止同步补偿器的电力系统稳定性分析与非线性鲁棒控制[D]. 长沙: 中南大学, 2004.
- [11] 范高峰, 迟永宁, 赵海翔, 等. 用 STATCOM 提高风电场暂态电压稳定性[J]. 电工技术学报, 2007, 22:158-162.
- [12] 周保荣, 陈志刚, 陈建福, 等. 南方电网西电东送通道动态无功补偿应用研究[J]. 南方电网技术, 2007, 1(2):58-62.
- [13] 邓家泽, 王奔, 黄崇鑫, 等. 基于晶闸 STATCOM 的无功补偿控制[J]. 电网技术, 2009, 33(1):48-51.
- [14] Zhang X P, Handschin E. Transfer capability computation of power systems with comprehensive modeling of facts controllers[C]. 14th Power System Computation Conference (PSCC), Spain: Sevilla, 2002:24-28.
- [15] 林飞, 杜欣. 电力电子技术 MATLAB 仿真[M]. 北京: 中国电力出版社, 2009:264-272.

Study: Restraining Functions of STATCOM for Instability of Bus Voltage Caused by the Load Disturbances from Induction Motor

LI Ming-ming, LI Wen-lei *

(Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: The load disturbance of induction motor is one of the main reasons for bus voltage instability. The viewpoint is proposed that the reactive power consumed by induction motors is approximately equal to load torque in the critical slip. On this basis, the specific relationships is investigated between bus voltage and load torque. The control system of Static Synchronous Compensator (STATCOM) is then designed, and a power distribution system including induction motor and STATCOM is simulated using MATLAB/SIMULINK. Not only does the simulation results verify the correctness of the relationship between load torque and motor consumption, as well as the relationship between the minimum bus voltage and load torque in the critical stability, but also the fact that STATCOM can improve the stability of bus voltage and load capacity of the motor. This research proves that the STATCOM has the ability to restrain the voltage instability.

Key words: voltage instability; induction motor; load disturbances; reactive power; STATCOM

(责任编辑 章践立)