

二、参数自校正方法及实现

1982年西德 Gabriel 提出将 PRBS 信号在线辨识技术用于间接矢量控制系统的磁通模型参数 T_R^* 的自校正方法^[2]。这种方法不需要附加传感器, 算法也很简单, 但没有考虑对速度检测的小误差, 而且存在辨识结果依赖于负载的缺点。对此本文作出如下修正:

由式(1)可知, $\omega_s = \frac{L_m i_T^*}{T_R^* \cdot i_{mR}}$, 对 T_R^* 的修正 (ΔT_R) 引起 ω_s 的修正, 即

$$\Delta \omega_s = - \frac{L_m i_T^*}{T_{R0}^* i_{mR} (T_{R0}^* + \Delta T_R)} \Delta T_R, \quad (2)$$

式中 T_{R0}^* 为未修正前的 T_R^* 值。对相同的 ΔT_R , $\Delta \omega_s$ 还受负载变化的影响。可见更合理的策略是直接校正 ω_s , 校正的幅值正比于 $|i_T^*| + K_0$, 其中 $K_0 > 0$, K_0 是考虑速度检测小误差及轻载时为抗不相关噪声干扰而设置的校正系数。 $\Delta \omega_s$ 的校正方向(符号)证明如下:

若在 M' (计算轴) 上存在 PRBS 信号 Δi_{MRef} , 则其 T 轴上的投影为

$$\Delta i_T = -\Delta i_{MRef} \cdot \sin \beta; \quad \beta = \rho - \rho', \quad -\pi \leq \beta \leq \pi. \quad (3)$$

对(3)式取拉氏变换, 得

$$\Delta i_T(s) = -\Delta i_{MRef}(s) \cdot \sin \beta. \quad (4)$$

设同步坐标系上的电机转矩变化量为

$$\begin{aligned} \Delta M_d(s) &= K \cdot i_{mR} \cdot \Delta i_T(s) \\ &= -K \cdot i_{mR} \cdot \sin \beta \cdot \Delta i_{MRef}(s) \end{aligned} \quad (5)$$

设 ΔM_d 引起的转速变化为 $\Delta \omega$, 则有

$$\Delta \omega(s) / \Delta M_d(s) = \frac{1/J}{s}, \quad (6)$$

结合式(5)得

$$\frac{\Delta \omega(s)}{\Delta i_{MRef}(s)} = -\frac{K i_{mR} \sin \beta}{J s} = G(s). \quad (7)$$

$\Delta i_{MRef}(s)$ 的自相关函数近似为 δ 函数, 即

$$R_{XX}(t) = K_1 \delta(t); \quad K_1 > 0. \quad (8)$$

设其它干扰引起的转速波动为 $V(t)$, 且令 $\Delta \omega(t) = Y(t)$, 则由 Δi_{MRef} 及其它干扰引起被测速度的变化为

$$Z(t) = \Delta \omega(t) + V(t) = Y(t) + V(t), \quad (9)$$

由于白噪声 $X(t) = \Delta i_{MRef}(t)$ 与任何信号均不相关, 可知 $Z(t)$ 与 $X(t)$ 的互相关函数

$$R_{XZ}(t) = R_{XY}(t) + R_{XV}(t) = R_{XY}(t). \quad (10)$$

由 Wiener-Hopt 方程, 给出 $Y(t)$ 和 $X(t)$ 互相关函数

$$R_{XY}(t) = \int_0^\infty g(\tau) R_{XX}(\tau - t) d\tau. \quad (11)$$

令 $C_1 = K_1 K i_{mR} / J > 0$, 则

$$R_{XY}(t) = -K_1 K_{i_m R} \sin \beta / J = -C_1 \sin \beta, \quad (12)$$

$$R_{XZ}(t) = -C_1 \sin \beta, \quad (13)$$

设 $\rho' > \rho$, 这时 $\beta < 0, R_{XZ}(t) > 0$. 设 ρ' 的修正量为 $\Delta\rho$, 则 $\rho' + \Delta\rho = \rho$, 因此有

$$\Delta\rho = \rho - \rho' = \beta < 0, \quad (14)$$

即校正量 $\Delta\rho$ 的符号与 $R_{XZ}(t)$ 的符号相反。

三、实验结果

图 2 是采用修正的 Gabriel 方法拍摄的电机起动波形; 图 3 是未来用自校正措施时的起动波形。二者比较, 可明显看出应用修正的 Gabriel 自校正方法, 增强了转差型矢量变换控制系统的鲁棒性, 改善了系统的动态性能。

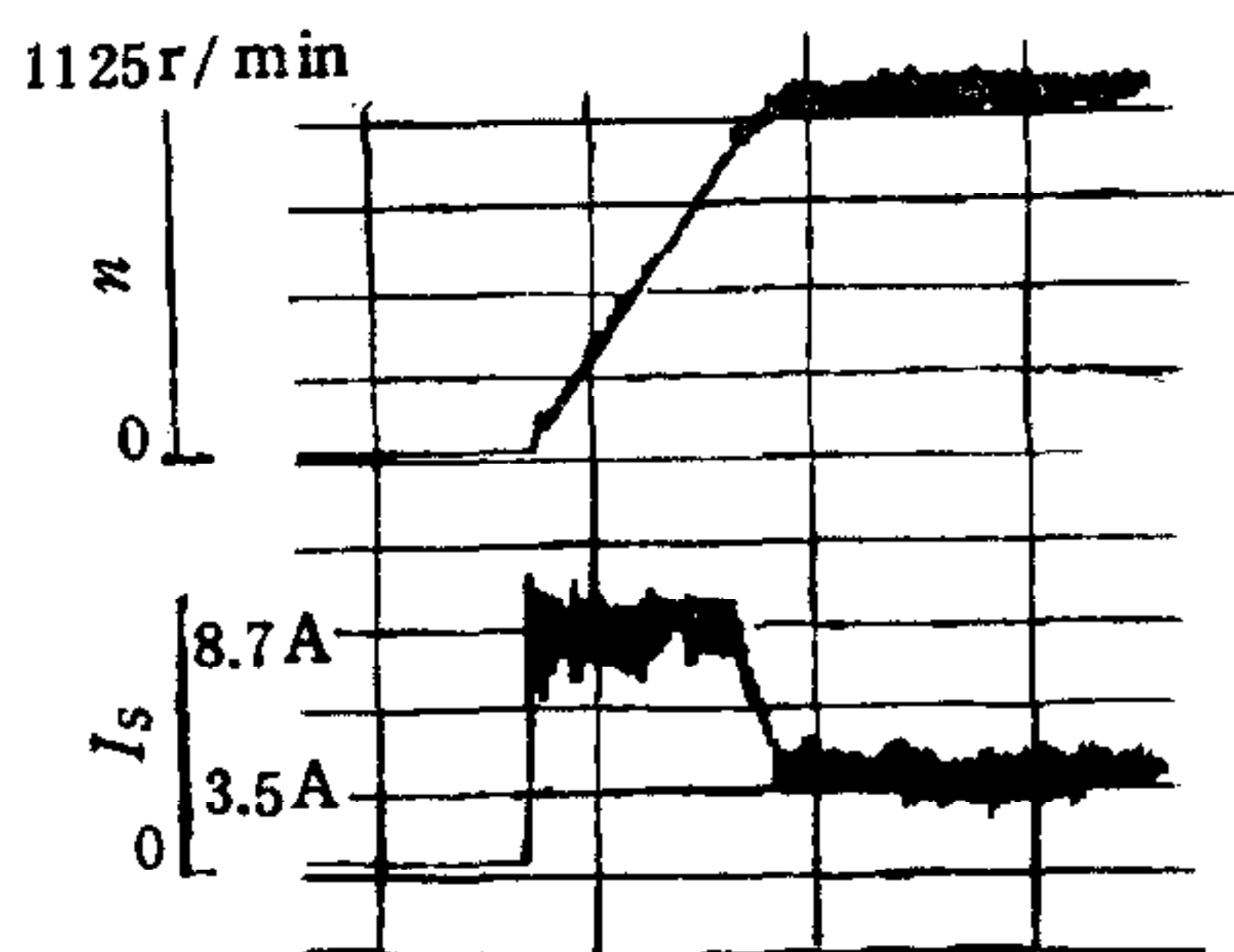


图 2 采用修正的自校正措施时阶跃响应波形

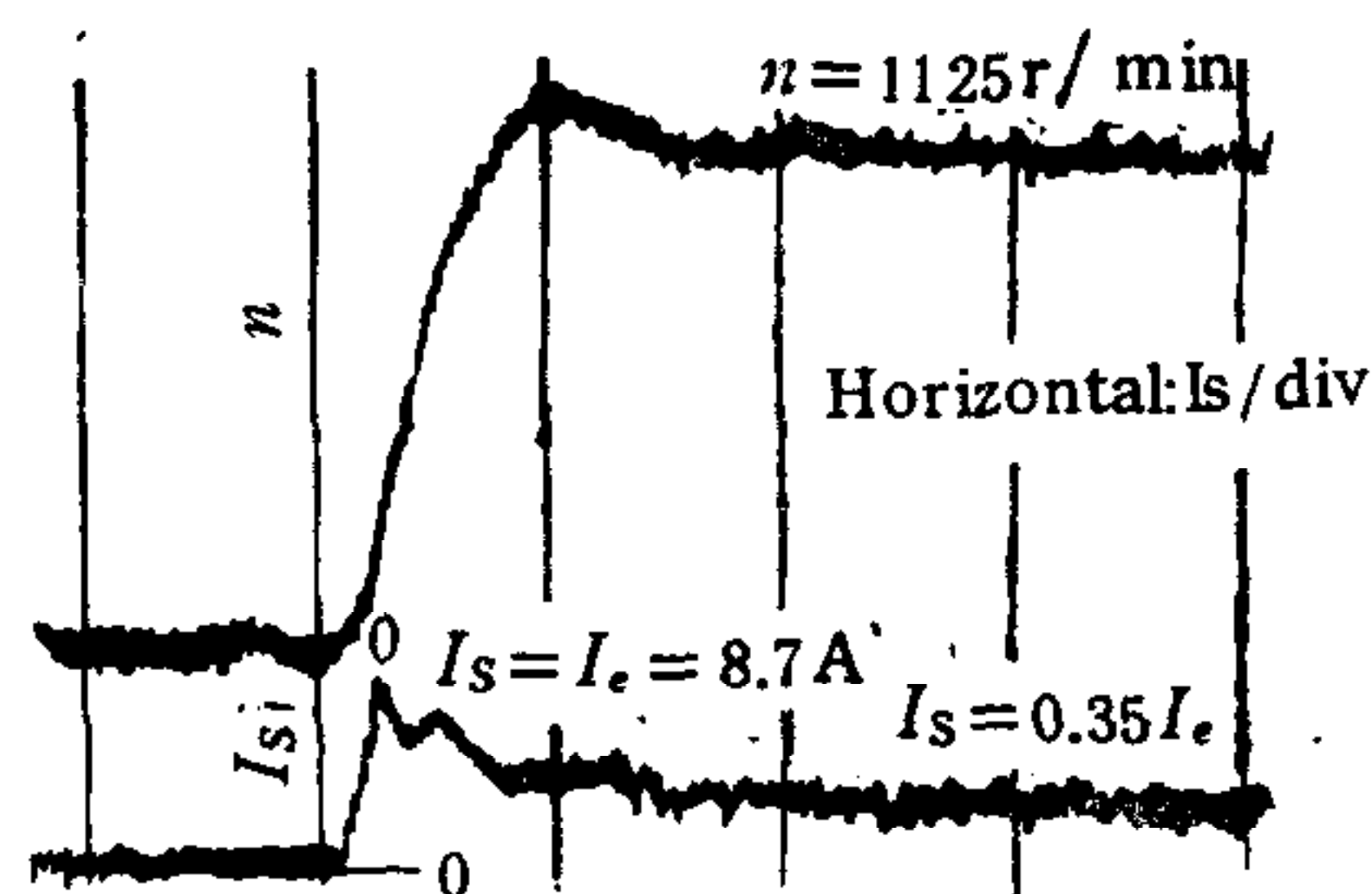


图 3 未采用自校正措施时阶跃响应波形

参 考 文 献

- [1] 刘竞成, 交流调速系统, 上海交通大学出版社, 1984.
 [2] Gabriel, R. and Leonhrd, W., Microprocessor Control of Induction motor, in Proc. IEEE-Int. Semicond. Power Conv. Conf., (1982) 385-396.

A PRACTICAL PARAMETER SELF-TURNING STRATEGY TO THE SLIP-TYPE VECTOR CONVERSION SYSTEMS OF INDUCTION MOTOR

LI HUADE SUN SHAOYUAN

(Dept. of Automatic Control, University of Science and Technology, Beijing)

SHEN CHENGZHI

(Beijing University of Aeronautics and Astronautics)

Key words: Feedforward vector control; parameter self-turning.