

Padé 形方法“稳定降阶”的分析与探讨

胡 锡 恒

(贵州工学院, 贵阳)

Padé 逼近、时矩匹配和 Cauey II 形速分式法是频域模型降阶的三种基本方法, 它们源于经典的近似技术或数学概念, 而其它众多的频域降阶方法大都由此派生而来, 故可称之为频域降阶的经典方法, 这些方法具有一系列优点, 但都存在两个众所周知的缺陷:

- 1) 不能保证“稳定降阶”, 即由一个稳定的高阶模型可能会导出不稳定的低阶近似式;
- 2) 瞬态(高频)精度低。

多年来, 大量研究论文为了克服上述两个缺陷提出种种改进方案。遗憾的是, 它们一般都把这两个问题割裂开来。例如, 用稳定判据法(先以某绝对稳定性判据处理降阶模型的特征多项式, 再以基本方法的一种来拟合模型的低频特性)保证“稳定降阶”; 以拟合模型的马尔可夫参数来改善高频特性等等。这种努力的收效并不理想。

本文通过对大量算例的统计以及典型例题的分析, 指出:

- 1) 经典频域降阶方法的上述两个缺陷并不是孤立地出现的, 它们是一个问题的两种表现。而中、高频段(尤其是反映系统重要特性的某些特征中频)拟合精度差则是问题的要害。

- 2) 因此, 克服经典频域降阶方法的两个缺陷的有效途径, 是把原型的特征中频的信息尽可能全面地引入降阶模型。一旦中频逼近, 问题解决了, “稳定降阶”问题则迎刃而解。

- 3) FF-Padé 法以 Padé 法复现系统的低频特性, 以中频点拟合将原型特征中频的信息引入原型, 因此能较好地统筹解决上述两个缺陷。对于一些国际学术论文中多次出现的降阶难题, 也能获得既稳定又具有高精度的降阶模型。

表 1 中的原型是 Shamash 1976 年提出的一个例子, 其 1/2 和 2/3 阶 Padé 模型是不稳定的。表 1 还列出了各降阶模型, 图 1、2 则给出各模型的特性, 以资比较。

表 1

原 型	$G(s) = \frac{(s+2)^2(s+5)^2(s+1000)}{(s+1)^2(s+10)^2(s+100)^2}$
Shamash (1976) (IEEE T-AC 19)	$R^{SH}(s) = \frac{5.367(s+1.4237 \pm j1.2806)}{(s+0.8774)(s+2.2429)(s+100)}$

续表 1

ALexandro (1984) (IEEE T-AC 29)	$R^{AL}(s) = \frac{1.9(s+1.39 \pm j1.36)}{(s+0.874)(s+2.46)(s+31.2)}$
Routh法 (1976)	$R^{RH}(s) = \frac{0.303(s+1.03 \pm j0.640)}{(s+0.965)(s+0.104)(s+4.42)}$
FF-Padé法 (1983)	$R^{FF}(s) = \frac{4.797(s+3.059 \pm j1.2798)}{(s+0.7735)(s+17.6245)(s+38.7)}$

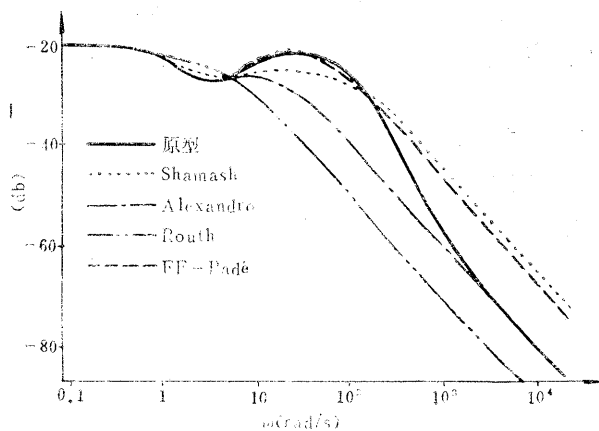


图 1 幅频特性

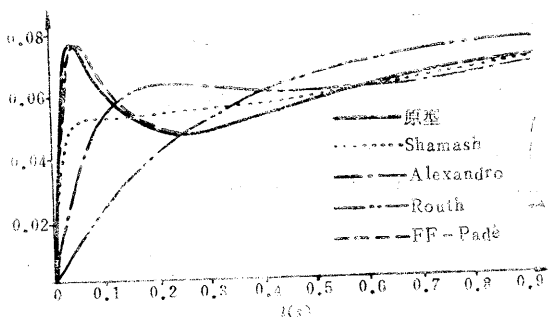


图 2 阶跃响应

AN INVESTIGATION ON THE PROBLEM ABOUT STABILITY OF PADÉ-TYPE APPROXIMATION

Hu Xiheng

(Guizhou Institute of Technology, Guiyang)

Abstract

In this paper a qualitative analysis was given to reveal the connection between the two drawbacks of the Padé-type Approximation methods. It was explained why and when the problem of the possibility of absolute instability will occur. The new idea of improving those methods was proposed, viz. in general it is necessary to represent the characteristic of the original system in the dominant middle-frequency more faithfully, instead of a mistaken effort to guarantee the absolute stability of the model at the cost of a serious loss in similitude. Two typical examples were shown to verify the above analysis.