

4.1.2 如何判定一个开关电源系统是否稳定

如前所述,我们利用开环传递函数的波特图来判定开关电源系统的稳定性。波特图是频域中的概念,表征幅值或相位随着频率的变化趋势,如图 4-5 所示。因为我们考虑的是开关电源中的各种频率信号的干扰对稳态与动态传递的影响。一方面,从频域上分析更加直观,而且现有的数学工具也便于进行频域分析,主要从下面 4 个参数分析。

- (1) 直流增益: 增益曲线在零频率处的增益。
- (2) 穿越频率(f_c): 增益曲线穿越 0dB 线的频率点。
- (3) 相位裕度(PM): 相位曲线在穿越频率处的相位和 -180° 之间的相位差。
- (4) 增益裕度(GM): 增益曲线在相位曲线达到 -180° 的频率处对应的增益。

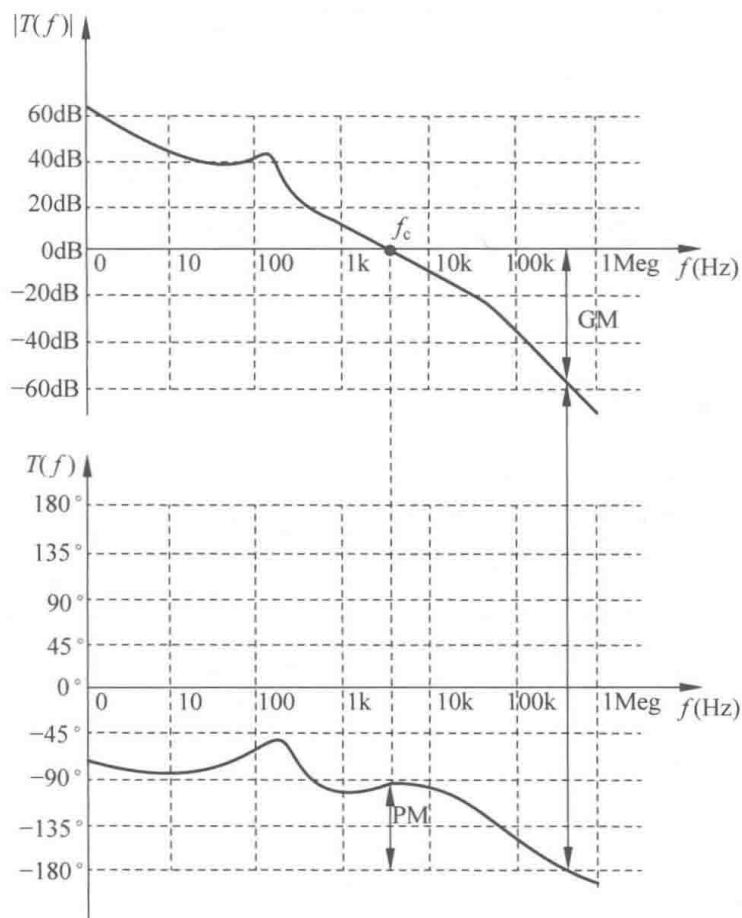


图 4-5 穿越频率,相位裕度与增益裕度

环路稳定性判据

根据奈奎斯特稳定性判据,当系统的相位裕度大于 0° 时,此系统是稳定的。

- (1) 准则 1: 在穿越频率处,总开环系统要有大于 30° 的相位裕度。
- (2) 准则 2: 为防止 -40dB/dec 增益斜率的电路相位快速变化,系统的开环增益曲线在穿越频率附近的增益斜率为 -20dB/dec 。
- (3) 准则 3: 增益裕度是开环系统的模的度量,该变化可能是导致曲线刚好通过 -20dB/dec 。一般需要 6dB 的增益裕度。

注: 应当注意,并不是绝对要求开环增益曲线在穿越频率附近的增益斜率必须为 -20dB/dec ,但是由于 -20dB/dec 增益斜率对应的相位曲线相位延迟较小,且变化相对缓