

# 1 反馈的定义

## 1.1 反馈系统

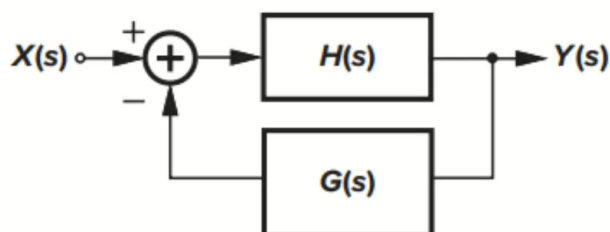


图 1: 反馈系统

输出信号  $Y(s)$  的一部分被  $G(s)$  检测，并与输入信号  $X(s)$  相比较，产生一个误差项  $X(s) - G(s)Y(s)$ ，即：

$$Y(s) = H(s)[X(s) - G(s)Y(s)] \quad (1)$$

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{H(s)}{1 + G(s)H(s)} \quad (2)$$

$H(s)$ : 开环传输函数 Open-loop Transfer Tunction

$Y(s)/X(s)$ : 闭环传输函数 Closed-loop Transfer Function

$G(s)$ : 反馈系数 Feedback Factor

$X(s) - G(s)Y(s)$ : 反馈误差 Feedback Error

## 1.2 放大电路中的反馈

在放大电路中图 1 可以画成以下这样：

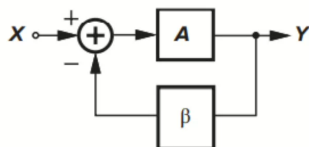


图 2: 简单反馈系统

由图可得：

$$Y = A[X - \beta Y] \quad (3)$$

$$\frac{Y}{X} = \frac{A}{1 + \beta A} \quad (4)$$

A: 开环增益 Open-loop Gain

Y/X: 闭环增益 Closed-loop Gain

$\beta$ : 反馈系数 Feedback Factor

$\beta A$ : 环路增益 Loop Gain (LG)

### 1.3 增益修正

通过等式 4 很显然  $\beta A$  的值很关键。

对等式 4 进行变换可得：

$$\frac{Y}{X} = \frac{A}{1 + \beta A} = \frac{1}{\beta} \left( \frac{1}{1 + \frac{1}{\beta A}} \right) \quad (5)$$

假定  $\beta A \gg 1$ , 则  $\frac{1}{\beta A} \ll 1$ . 根据泰勒展开, 当  $x \ll 1$  时:

$$\frac{1}{1 + x} = 1 - x^2 + x^3 - \dots \approx 1 - x \quad (6)$$

结合等式 5、6 可得：

$$\frac{Y}{X} \approx \frac{1}{\beta} \left( 1 - \frac{1}{\beta A} \right) \approx \frac{1}{\beta} \quad (7)$$

### 1.4 计算环路增益