

## 第2章

- 2.1 换流重叠角
- 2.2 有源逆变
- 2.3 变流器外特性
- 2.4 谐波
- 2.5 功率因数

# 谐波和功率因数

## 电能质量问题

# 谐波

在供电系统中，我们总是希望电压和电流一直保持**正弦波形**。当正弦波电压施加在线性无源器件——电阻、电感和电容上时，其电流和电压分别为比例、积分和微分关系，但仍为同频的正弦波。

如果正弦波电压施加在**非线性**电路上时，电流就成为非正弦波，非正弦波电流在电网阻抗上产生压降，会使电压波形也变为非正弦波。

当然，非正弦波电压施加在线性电路上时，电流也是非正弦的。

# 谐波

谐波（**harmonics**）对电网的危害：

- 使电网中元件产生附加的谐波损耗，降低发电、输电及用电效率
- 谐波影响各种电气设备的正常工作，使电机发生机械振动、噪声和过热，使变压器局部严重过热，使电容器、电缆等设备过热、使绝缘老化、寿命缩短
- 谐波会引起电网中局部的并联谐振和串联谐振，使谐波放大，使上述两项的危害增加，引起严重事故
- 谐波会导致继电保护和自动装置的误动作
- 谐波会对邻近的通信系统产生干扰，轻者产生噪声，降低通信质量，重者导致信息丢失，使通信系统无法正常工作

# 谐波

非正弦电压一般满足狄里赫利条件，可分解为傅里叶级数

- 基波——在傅里叶级数中，频率与工频相同的分量
- 谐波——频率为基波频率大于1整数倍的分量，即2,3,4,...N次谐波
- 谐波次数——谐波频率和基波频率的整数比
- n次谐波电流含有率以 $HRI_n$  (Harmonic Ratio for  $I_n$ ) 表示

$$HRI_n = \frac{I_n}{I_1} \times 100\%$$

- 电流谐波总畸变率 $THD_i$  (Total Harmonic distortion) 定义为

$$THD_i = \frac{I_h}{I_1} \times 100\%$$

# 功率因数

功率因数 (power factor)

$$\lambda = \frac{P}{S}$$

对于正弦信号:

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

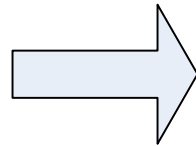
无功功率:  $Q = UI \sin \varphi$

$$\lambda = \cos \varphi$$

$P$  : 有功功率

$S$  : 视在功率

低功率因数



过多的无功功率

# 无功功率

无功功率（**reactive power**）对电网的影响：

- 无功功率会导致电流增大和视在功率增加，导致**设备容量增加**；
- 无功功率增加，会使**总电流增加**，从而使设备和线路的损耗增加；
- 无功功率使线路压降增大，冲击性无功负载还会使电压剧烈波动。