

知识点Z1.3

信号的分类：能量与功率信号，因果与反因果

主要内容：

- 1.能量信号和功率信号的定义
- 2.因果信号与反因果信号的定义

基本要求：

- 1.了解能量信号和功率信号的判断方法
- 2.掌握因果信号的定义



1.1 信号的基本概念和分类

Z1.3 信号的分类：能量与功率信号，因果与反因果

1. 能量信号和功率信号

将信号 $f(t)$ 施加于 1Ω 电阻上，它所消耗的瞬时功率为 $|f(t)|^2$ ，在区间 $(-\infty, \infty)$ 的**能量**和**平均功率**定义为

$$E \stackrel{\text{def}}{=} \int_{-\infty}^{\infty} |f(t)|^2 dt$$

$$P \stackrel{\text{def}}{=} \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} |f(t)|^2 dt$$

能量有限信号：信号的能量 $E < \infty$ ，简称**能量信号**，此时 $P = 0$ 。

功率有限信号：信号的功率 $P < \infty$ ，简称**功率信号**，此时 $E = \infty$ 。

物理意义：

- **能量有限信号**：如果信号 $f(t)$ 的能量 E 有限 ($E < \infty$)，这意味着该信号是一个能量信号，它在无限时间内会自然消散，如脉冲信号。
- **功率有限信号**：如果信号的平均功率 P 有限 ($P < \infty$)，则称其为功率信号，通常表现为持续的或周期性的信号，如正弦波。



1.1 信号的基本概念和分类

对于离散信号，也有能量信号、功率信号之分。

能量信号：满足 $E = \sum_{k=-\infty}^{\infty} |f(k)|^2 < \infty$ 的离散信号。

功率信号：满足 $P = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{k=-N/2}^{N/2} |f(k)|^2 < \infty$ 的离散信号。

结论：

- (1) 时限信号(仅在有限时间区间不为零)为能量信号;
- (2) 周期信号属于功率信号;
- (3) 非周期信号可能是能量信号，也可能是功率信号;
- (4) 有些信号既不是能量信号也不是功率信号，如

$$f(t) = e^t。$$



1.1 信号的基本概念和分类

2.因果信号和反因果信号

* **因果信号**: $t < 0$, $f(t)=0$ 的信号 $f(t)$ [即 $t=0$ 时接入系统的信号], 比如阶跃信号。

* **反因果信号**: $t \geq 0$, $f(t)=0$ 的信号 (除0信号外)。

* 还有其他分类, 如**一维信号与多维信号**; **实信号与复信号**; **左边信号与右边信号**等等。

