

# 信号的采样

## Signal Sampling

吉林大学 唐志国

2022年3月

您有从视频中截取经典瞬间的经历吗？

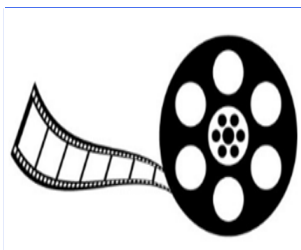


神舟十一号于2016年10月17日7时30分从酒泉卫星发射中心成功发射。

# 您有从视频中截取经典瞬间的经历吗?



## 视频与照片



**连续**

较为完整呈现



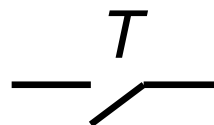
**瞬间**

单一侧面呈现

采样  
Sampling

**连续**信号

Continuous-time signal



**离散**信号

Discrete-time signal

## 主要内容

1.采样的概念    2.采样的分类    3.采样的数学机理

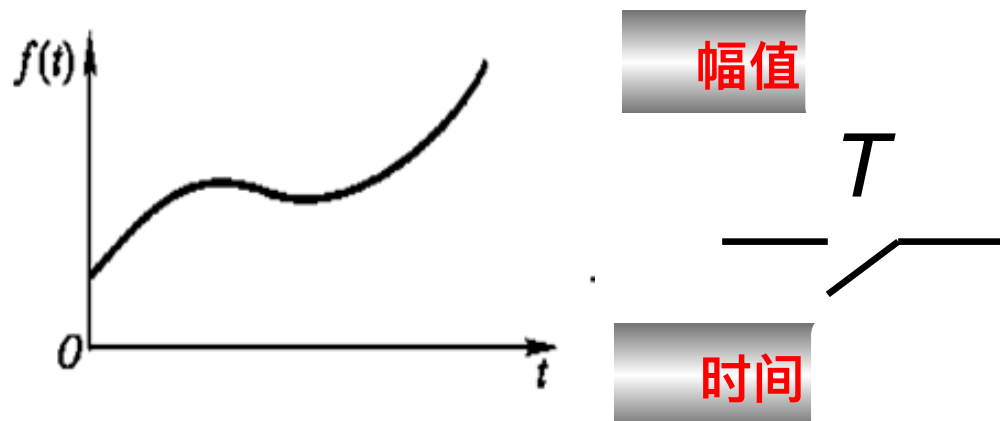
## 学习目标

- 1.学生能够用自己的语言描述采样的概念及相关采样的特点(知识);
- 2.学生能够背诵采样的数学机理, 并可以对实际工程系统正确地进行采样(能力);
- 3.学生初步体验思维发散及收敛的特点及分析方式(实践);
- 4.学生能够认识到控制学科在日常生活、科技前沿的广泛应用, 更加热爱自己的专业(情感)。

# 1.采样的概念

❓ **采样(Sampling)**: 就是抽取连续信号在离散时间瞬时值的序列过程, 有时也称 时间离散化 的过程。

❓ 完成采样操作的装置称为 采样开关 (Sampler) 。

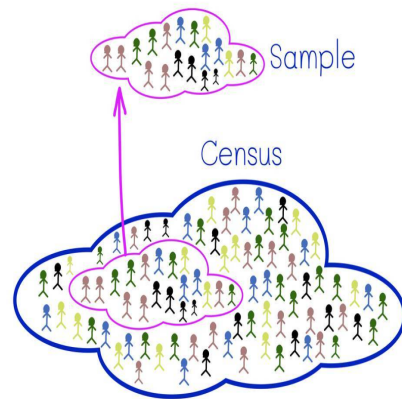


## 2.采样的分类



### 周期采样 Periodic sampling

2019年11月9日，国务院决定于2020年开展第七次全国人口普查。遵循2010年颁布的《全国人口普查条例》规定：人口普查每10年进行一次，位数逢0的年份为普查年度。



在生产生活中，**采样**广泛存在于不同领域，也常被称为**取样 抽样**等。

### 随机采样 Random sampling

国家市场监督管理总局2019年公布了《食品安全抽样检验管理办法》规定：食品安全抽样工作应当遵守随机选取抽样对象、随机确定抽样人员、不定期抽样的要求。

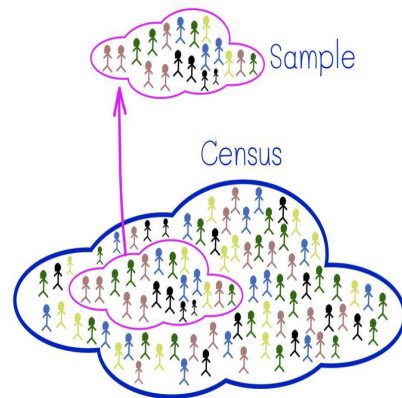


## 2.采样的分类



### 周期采样 Periodic sampling

若相邻两次采样的时间间隔相等，则称为周期采样。  
该时间间隔称为**采样周期(Sampling Period)**，记为 $T$ 。



在生产生活中，**采样**广泛存在于不同领域，也常被称为**取样 抽样**等。

### 随机采样 Random sampling

若相邻两次采样的时间间隔不相等，则称为随机采样。  
随机采样主要用于不要求控制的数据采集系统。



## 2.采样的分类



### 排课计划

计算机控制系统，48学时，2018-2019年度春季学期排课计划为：

1-16周，周一晚7-9节，逸夫楼A103。

#### 方案A

每次上课均使用学习通  
签到点名

每次上课结束均需要填  
写学习单

每次上课均留课后单独  
、合作作业

#### 方案B

单周上课点名、留课后  
作业

双周上课交小条、交课  
后作业

#### 方案C

每次上课均使用学习通  
签到点名

每次上课结束均留课后  
作业

双周上课上交课后作业



此题未设置答案，请点击右侧设置按钮

哪一种方案属于周期采样？

A

方案A

B

方案B

C

方案C

D

以上均不是

提交

## 2.采样的分类



周期采样  
Periodic sampling

### 同步采样 Synchronous sampling

如果一个系统中有多个采样开关，它们的采样周期相同且同时进行采样，则称为同步采样。

### 非同步采样 Asynchronous sampling

如果一个系统中有多个采样开关，它们的采样周期相同但不同时开闭，则称为非同步采样。

### 多速采样 Multirate sampling

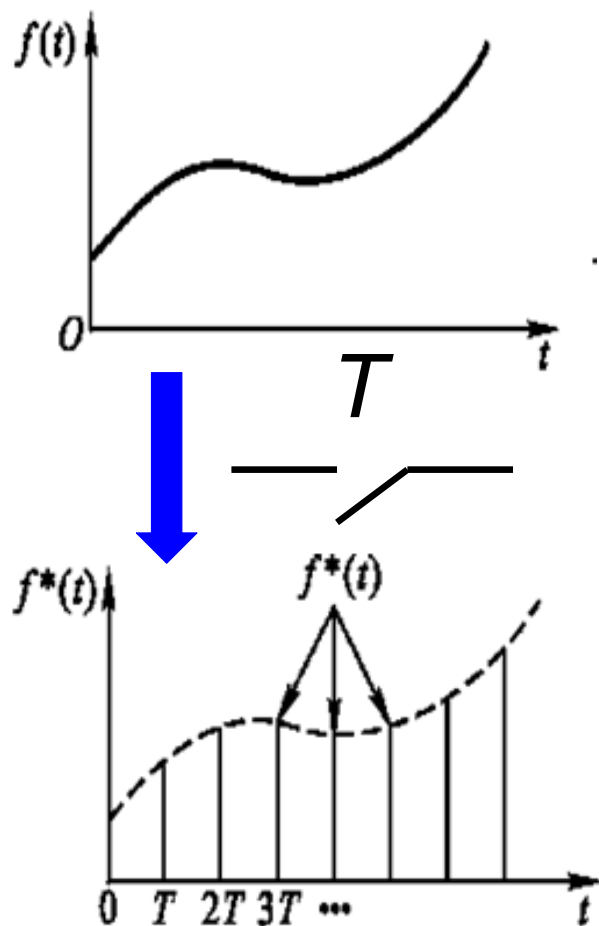
如果一个系统中有多个采样开关，每个采样开关都是周期采样，但它们的采样周期不相同，则称多速采样。

方案A属于 [填空1]，方案B属于 [填空2]，方案C属于 [填空3]

正常使用填空题需3.0以上版本雨课堂

作答

### 3.采样的数学机理



从形式上看，哪个过程与采样的图示更相似。

A

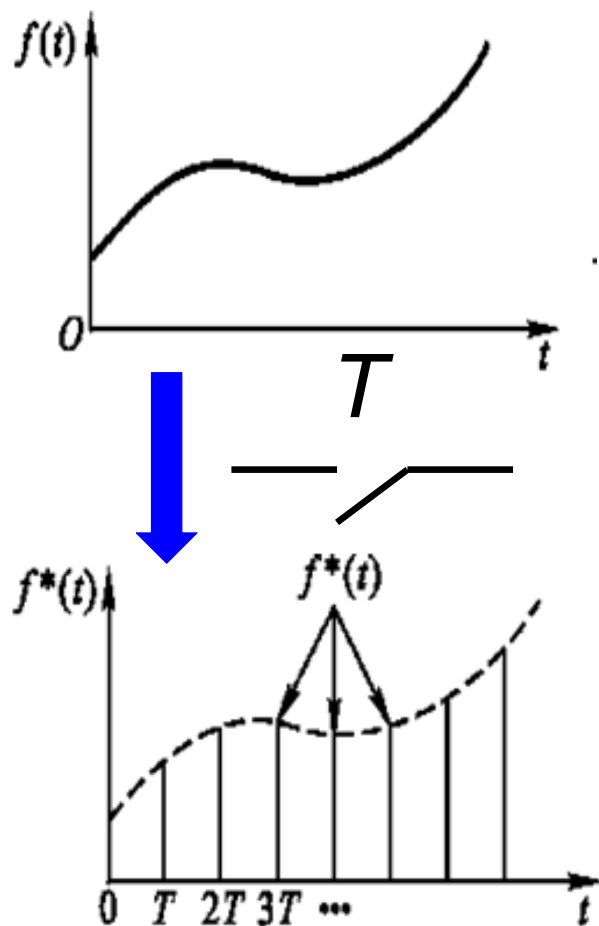
筛面

B

捞丸子

提交

### 3.采样的数学机理



采样开关可表示为

$$d\phi(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(t - kT)$$

### 3.采样的数学机理



神舟十一号于2016年10月17日7时30分从酒泉卫星发射中心成功发射。



2016年10月19日3时31分与天宫二号空间实验室成功实现自动交会对接。

开启了中国航天员迄今最长30多天的太空驻留。



# 3.采样的数学机理

## 思考

直流电动机在忽略电感时，系统模型为**二阶系统**

$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s}$$

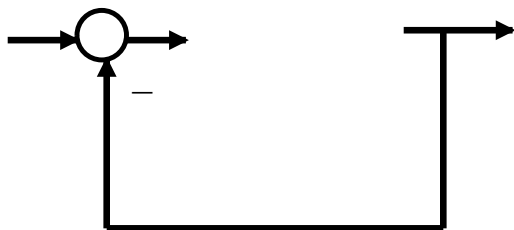
当使用**单位阶跃信号**

测试系统时，分别取采样周期为**1s, 3s和5s**

观测，为便于观察共测试**30s**

，请记录系统输出的响应情况。

其中



通过控制**电机**

的旋转，精确调整太阳能帆板和太阳照射方向的相对方位角，使得太阳能帆板最大限度地收集太阳能，供给航天器使用。



### 3.采样的数学机理

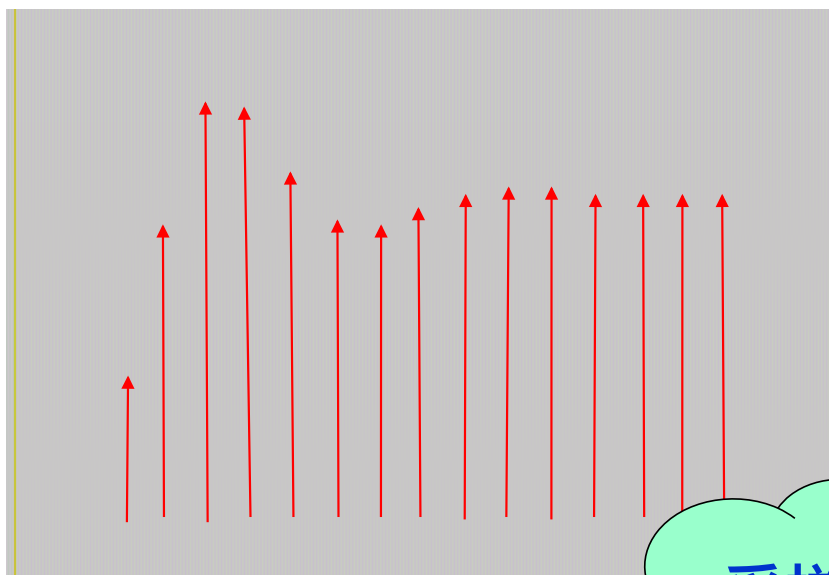


$$y(t) = \frac{e^{j\omega_n t}}{\sqrt{1 - \omega_n^2}}$$

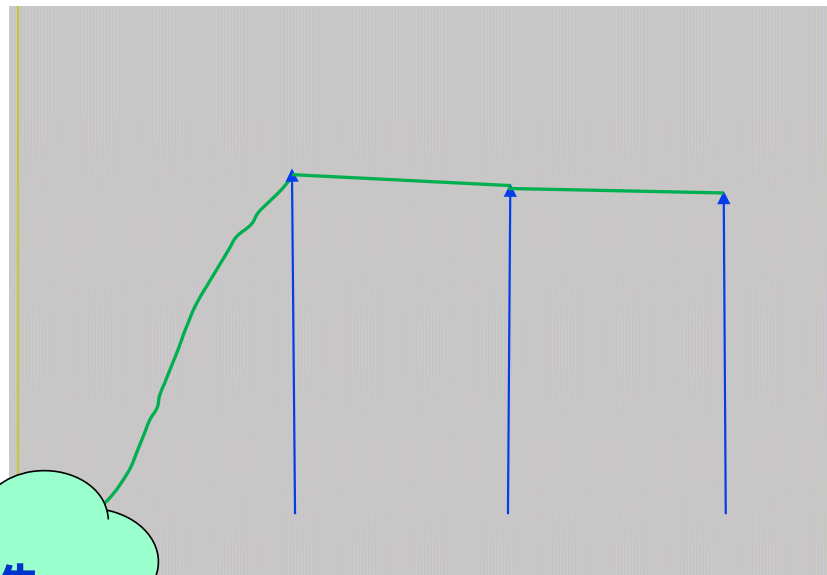
??

?? arccos

$$\sqrt{1 - \omega_n^2}$$



$T_s = 1$



$T_s = 5$

采样周期选多大好呢?

# 小结与思考

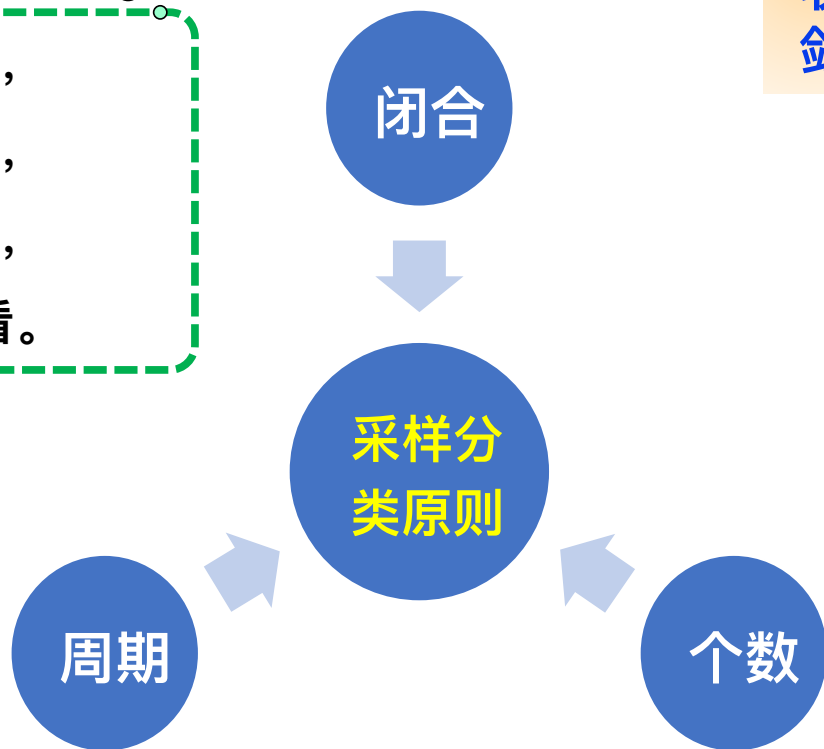
思维发散



采样周期 $T$ 选多大好呢?

幅值不会变,  
时间在离散,  
散得有多开,  
要从 $T$ 来看。

思维收敛



## 参考书籍

- ① 李元春《计算机控制系统》高等教育出版社；
- ② 高金源《计算机控制系统》高等教育出版社；
- ③ Richard 《Modern Control Systems》 科学出版社。

## 相关资料

- ① 神舟十一号发射相关资料及视频；
- ② 慕课视频：信号的采样；香农采样定理；
- ③ 李建和. 电子院助力天宫飞船再次腾飞[J]. 新技术新工艺, 2016(10).

# 谢谢

