



河海大学



# 作用与作用效应组合

主讲人

陈达



河海大学

港口海岸与近海工程学院



**作用分类**  
**极限状态**  
**设计状况**  
**作用组合**  
**作用代表值**  
**设计表达式**



# 作用分类

Action and Its Classification

**作用：**施加在结构上的外力以及引起结构外加变形和约束变形的原因。

作用

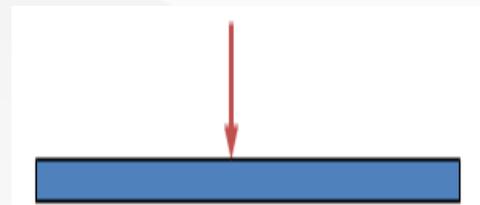
直接作用

- 有外力
- 与结构自身特性无关

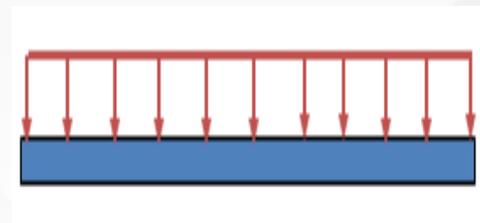
间接作用

- 无外力
- 与结构自身特性有关

集中力



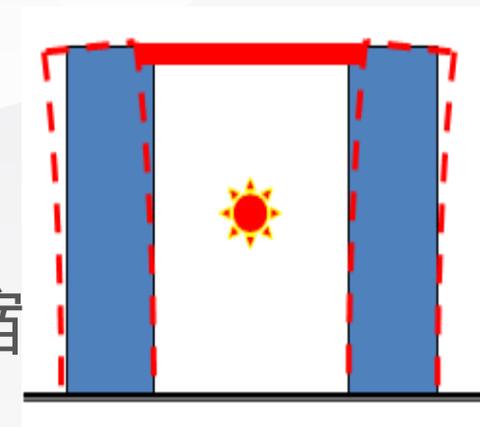
分布力



地基沉降

温度变形

混凝土收缩



作用效应：结构对作用的反应。

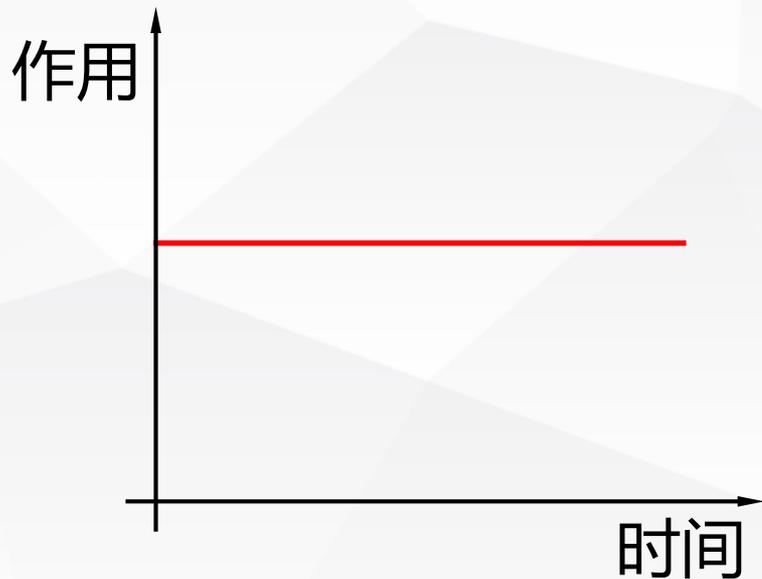




## 按时间变异分类

- 永久作用
- 可变作用
- 偶然作用

在设计使用年限内，其量值随时间的变化与其平均值相比可忽略不计的作用

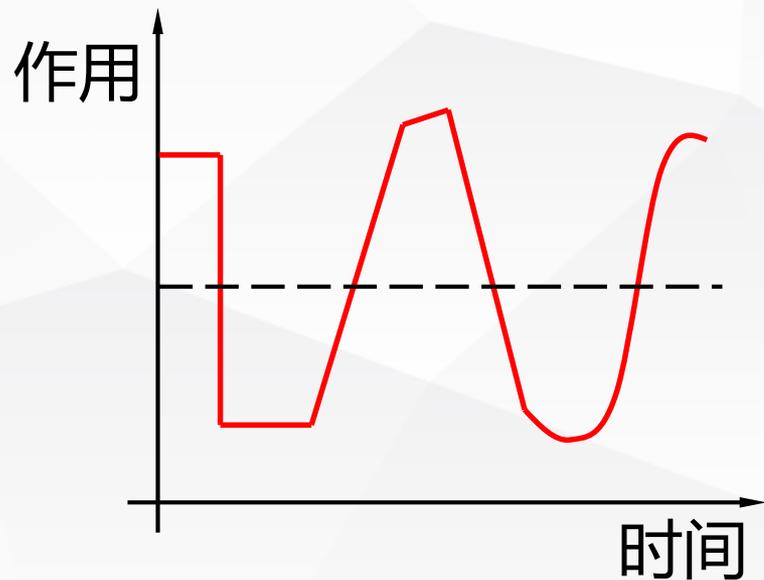




## 按时间变异分类

- 永久作用
- 可变作用
- 偶然作用

在设计使用年限内，其量值随时间的变化与其平均值相比不可忽略的作用

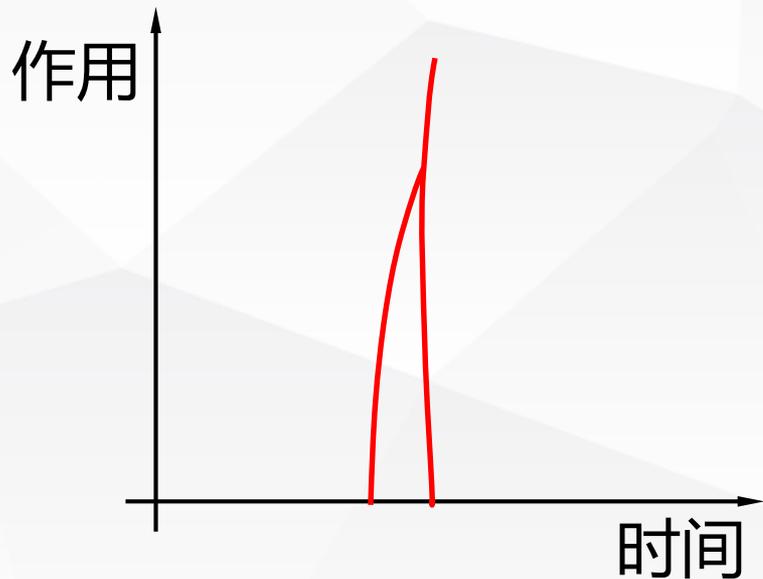




## 按时间变异分类

- 永久作用
- 可变作用
- 偶然作用

在设计使用年限内不一定出现，但一旦出现其量值很大且持续时间很短的作用





## 按空间变异分类

1

### 固定作用

- 固定自重力
- 固定设备自重力

在结构上具有固定分布的作用

2

### 自由作用

- 堆货荷载
- 流动起重机械荷载
- 流动运输机械荷载

在结构的一定范围内可以任意分布的作用



## 按结构反应分类

1

### 静态作用

- 自重力
- 堆货荷载
- 土压力

在加载过程中结构产生的加速度可以忽略不计的作用

2

### 动态作用

- 船舶撞击力
- 汽车荷载
- 地震作用

在加载过程中使结构产生不可忽略的加速度的作用



# 极限状态

Limit States

**极限状态:** 整个结构或结构的一部分超过某一特定状态就不能满足设计规定的某一功能要求，此特定状态称为该功能的极限状态。

承载能力

**结构或结构构件达到最大承载能力或达到不适于继续承载的变形的状态**

1

整个结构或结构的一部分作为刚体失去平衡（如倾覆、滑移等）；

2

构件或连接部位因材料的强度极限超过而破坏，或因过度的塑性变形而不适于继续承载；

3

结构变为机构（瞬变体系）；

4

结构或构件丧失稳定性（如压曲失稳等）。

正常使用

**极限状态:** 整个结构或结构的一部分超过某一特定状态就不能满足设计规定的某一功能要求，此特定状态称为该功能的极限状态。

承载能力

结构或结构构件达到正常使用或耐久性的各项规定限值时的状态

1

影响正常使用或外观的过大变形；

2

影响正常使用或耐久性的局部损坏（包括裂缝）；

3

影响正常使用的振动；

4

影响正常使用或耐久性的其它要求。

正常使用



# 设计状况

Design Situations



## 根据状况持续时间长短和出现概率的高低划分

### 持久状况

- 持续时段与建筑物设计使用年限相当的设计状况

### 短暂状况

- 在结构施工和使用过程中一定出现，而与使用年限比持续时间较短的设计状况

### 地震状况

- 建筑物遭受地震作用的设计状况

### 偶然状况

- 偶发的使结构产生异常状态的设计状况



# 作用组合

Combination of Action

承载能力极限状态

正常使用极限状态

- 1 持久状况持久组合
- 2 短暂状况短暂组合
- 3 地震状况地震组合
- 4 偶然状况偶然组合

## 承载能力极限状态

## 正常使用极限状态

- 1 持久状况标准组合**：用于当超越极限状态时将产生永久性不可逆的情况
- 2 持久状况频遇组合**：用于短期效应是决定性因素的情况
- 3 持久状况准永久组合**：用于长期效应是决定性因素的情况



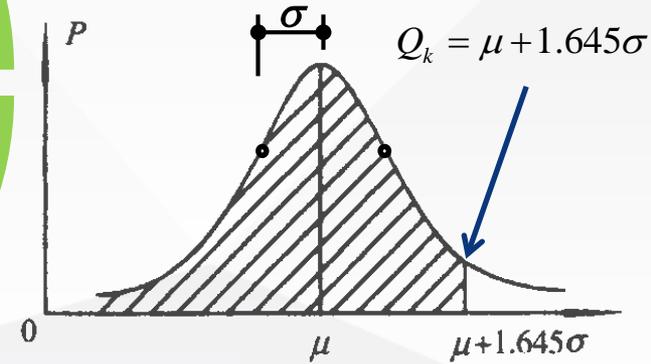
# 作用代表值

Representative Value of an Action



### 标准值

作用的主要代表值，根据对结构的不利状态选取的在建筑物设计基准期内作用最大值或最小值概率分布的某一分位值





### 组合值

建筑物在承载能力极限状态下作用效应持久组合中非主导可变作用的代表值，主要用于考虑在建筑物设计基准期内各可变作用最大值同时出现的概率很低的问题

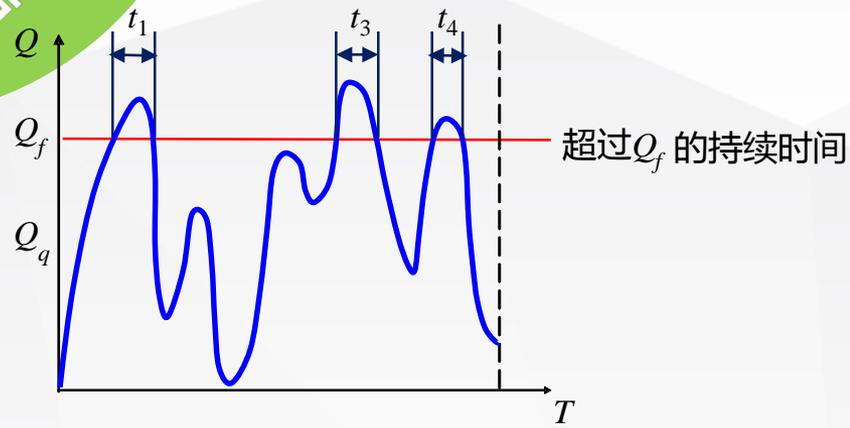
$$Q_c = \psi_c Q_k \quad \psi_c = 0.7$$



### 频遇值

设计基准期内被超越的总时间占设计基准期的比率较小 ( $\leq 10\%$ ) 的作用值，是结构在正常使用极限状态下作用效应短期组合中可变作用的代表值

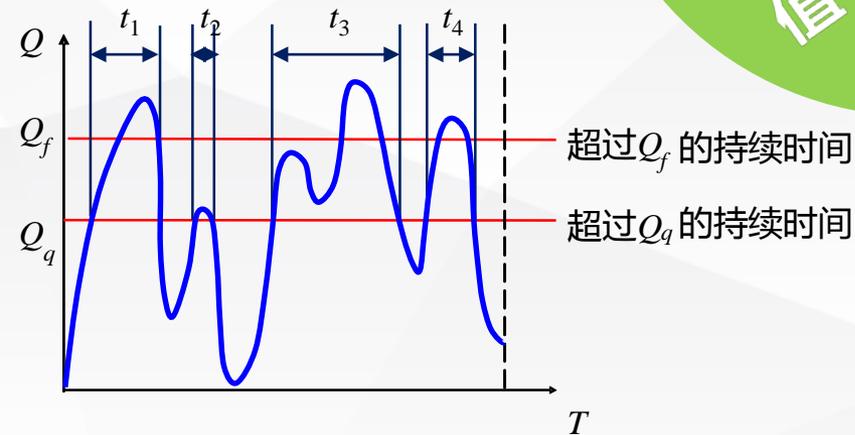
$$Q_f = \psi_f Q_k \quad \psi_f = 0.7$$

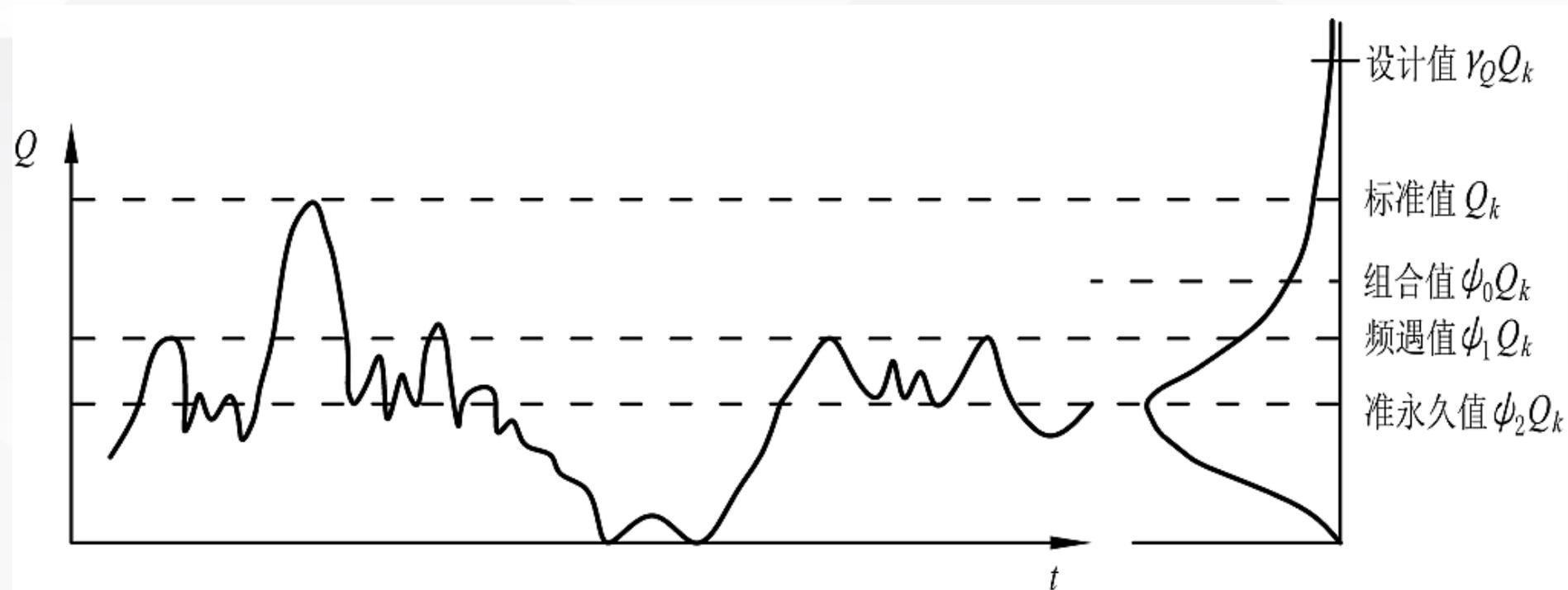


## 准永久值

设计基准期内被超越的总时间占设计基准期的比率较大 ( $\leq 50\%$ ) 的作用值, 是在结构正常使用极限状态分析中将可变作用折合成永久作用的值

$$Q_q = \psi_q Q_k \quad \psi_q = 0.6$$





各作用代表值关系图

## 不同作用效应组合与可变作用代表值取值

极限状态	组合情况	可变作用代表值
承载能力极限状态	持久状况持久组合	主导可变作用取 <b>标准值</b> ，非主导可变作用取 <b>组合值</b>
	短暂状况短暂组合	取 <b>标准值</b>
	地震状况地震组合	主导可变作用取 <b>标准值</b> ，非主导可变作用取 <b>组合值</b>
正常使用极限状态	持久状况标准组合	主导可变作用取 <b>标准值</b> ，非主导可变作用取 <b>组合值</b>
	持久状况频遇组合	主导可变作用取 <b>频遇值</b> ，非主导可变作用取 <b>准永久值</b>
	持久状态准永久组合	可变作用取 <b>准永久值</b>
	短暂状况	取 <b>标准值</b>



# 设计表达式

Design Expression

## 承载能力极限状态

## 正常使用极限状态

$$\gamma_0 S_d \leq R_d$$

$\gamma_0$  —— 结构重要性系数  
 $S_d$  —— 作用效应设计值  
 $R_d$  —— 结构抗力设计值

### 1 持久状况持久组合

$$S_d = \sum_{i \geq 1} \gamma_{Gi} S_{Gik} + \gamma_P S_P + \gamma_{Q1} S_{Q1k} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{Qj} \psi_{cj} S_{Qjk}$$

### 2 短暂状况短暂组合

$$S_d = \sum_{i \geq 1} \gamma_{Gi} S_{Gik} + \gamma_P S_P + \sum_{j \geq 1} \gamma_{Qj} S_{Qjk}$$

### 3 地震状况地震组合

$$S_d = \gamma_G C_G G_k + \gamma_{PH} C_{PH} P_H + \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} C_{Qi} \psi_{Qi} Q_{ik}$$

### 4 偶然状况偶然组合

承载能力极限状态

正常使用极限状态

$$S_d \leq R$$

$S_d$  —— 作用效应设计值  
 $R$  —— 限值

1 持久状况标准组合

$$S_d = \sum_{i \geq 1} S_{Gik} + S_P + S_{Q1k} + \sum_{j \geq 1} \psi_{cj} S_{Qjk}$$

2 持久状况频遇组合

$$S_d = \sum_{i \geq 1} S_{Gik} + S_P + \psi_f S_{Q1k} + \sum_{j > 1} \psi_{qj} S_{Qjk}$$

3 持久状况准永久组合

$$S_d = \sum_{i \geq 1} S_{Gik} + S_P + \sum_{j \geq 1} \psi_{qj} S_{Qjk}$$

4 短暂状况正常使用极限状态作用组合

$$S_d = \sum_{i \geq 1} S_{Gik} + S_P + \sum_{j \geq 1} S_{Qjk}$$



**谢谢！**

---

**Thanks a Lot**