



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

网络精品课程

# 混凝土结构设计

模块十：预应力混凝土结构的一般问题

单元1：预应力混凝土的基本原理

主讲：李朝红

# 目录

---

1. 预应力混凝土结构简介

2. 预应力混凝土梁工作原理

3. 配筋混凝土结构分类

4. 预应力混凝土结构的优缺点

# 1. 预应力混凝土结构简介

---

## 1) 钢筋混凝土结构的缺点：

- 一般带裂缝工作，不适用于不允许开裂的结构；
- 无法充分发挥高强度钢筋作用；
- 大跨度结构自重大，材料浪费，安装困难，造型不协调。

# 1. 预应力混凝土结构简介

---

## 2) 预应力混凝土结构的产生和发展

➤ 为提高混凝土结构的抗裂能力，人们几乎在钢筋混凝土结构产生的同时就想到采用预应力混凝土。但早期的预应力由于采用预应力筋的强度过低，同时并未意识到预应力损失的存在，致使早期的预应力混凝土结构均以失败而告终。

# 1. 预应力混凝土结构简介

➤ 1928年，法国工程师**Freyssinet**指出采用高强预应力筋的必要性并提出预应力损失的计算方法且成功设计建造了第一座预应力混凝土桥梁。这标志现代预应力混凝土结构的诞生，**Freyssinet**也被公认为现代预应力混凝土结构之父。

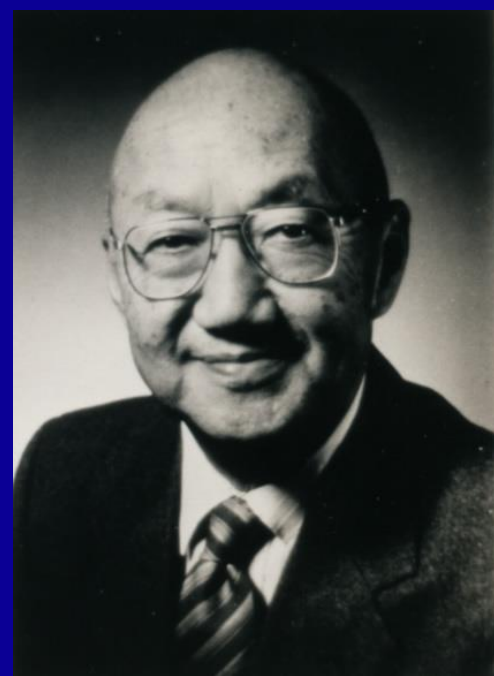


# 1. 预应力混凝土结构简介

- 1949年瑞士工程师发明了**BBRV墩头锚固体系**；1956年德国地伟达（Dywidag）公司开发了**粗钢筋螺栓锚固体系**，1960年瑞士洛辛格（Losinger）公司研制了**VSL钢绞线群锚体系**，同时预应力混凝土理论不断提高，预应力混凝土在世界范围内广泛应用。

# 1. 预应力混凝土结构简介

➤ 1963年，**林同炎教授**在《美国混凝土学会（ACI）学报》上发表题为《预应力混凝土结构设计与分析的平衡荷载法》的论文，提出了概念清晰、便于计算的**荷载平衡法**，将预应力技术推向全世界。因此林同炎被称为“**预应力先生**”。



# 1. 预应力混凝土结构简介

## 3) 富于代表性的预应力混凝土桥梁



浙江飞云江桥，跨径62m，1988，中国最大跨度的预应力混凝土简支梁桥



# 1. 预应力混凝土结构简介



重庆长江大桥复线桥，最大跨径330m，钢-砼组合连续刚构，2006

# 1. 预应力混凝土结构简介



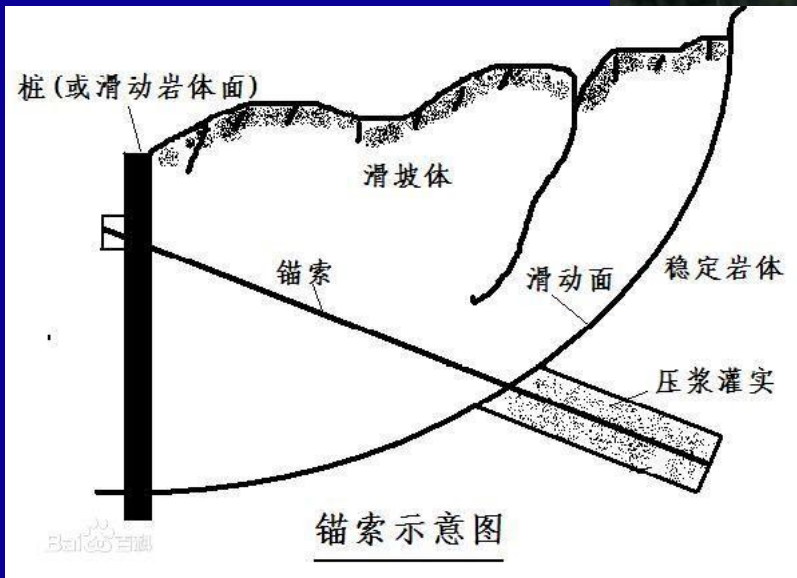
斯托尔马桥（stolmasundet），主跨301m，挪威，1998年

# 1. 预应力混凝土结构简介



苏通长江大桥，主跨1088m(世界第二跨径的斜拉桥)，  
主塔300.4m，斜拉桥，2008年

# 1. 预应力混凝土结构简介



地锚加固斜坡



## 2. 预应力混凝土梁工作原理

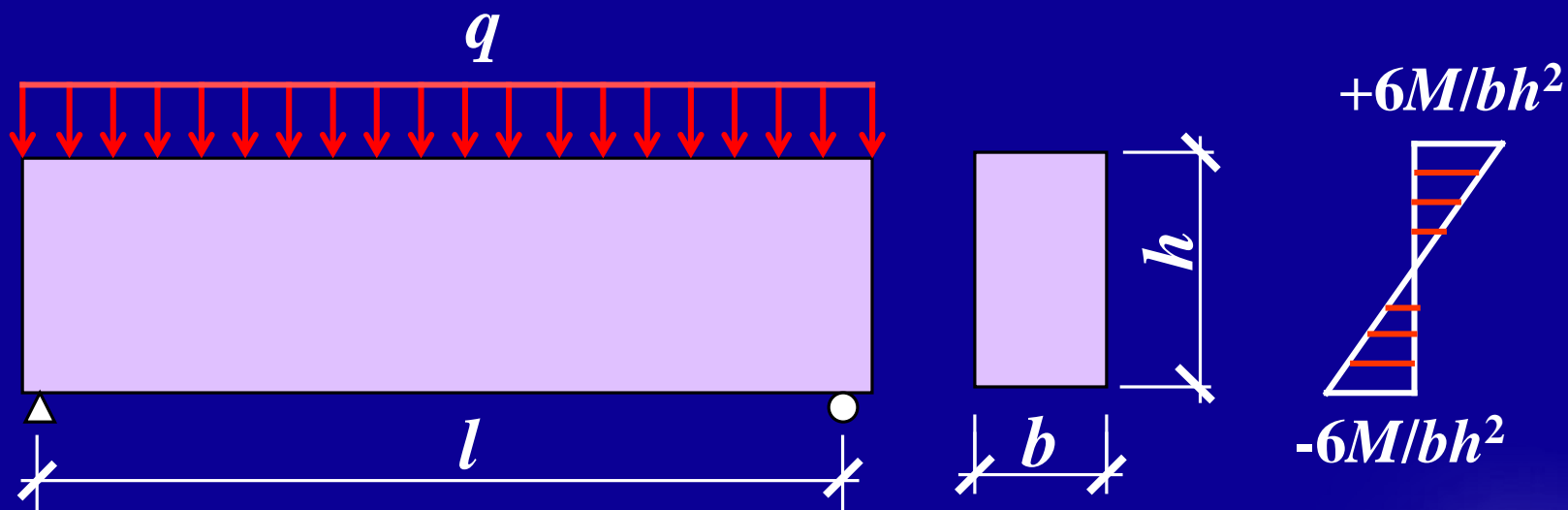
### 1) 预应力混凝土的基本概念

#### ➤ 定义

**美国混凝土协会（ACI）定义：预应力混凝土是根据需要人为的引入某一数值及分布的内应力，用以部分或全部抵消外荷载应力的一种配筋混凝土。**

## 2. 预应力混凝土梁工作原理

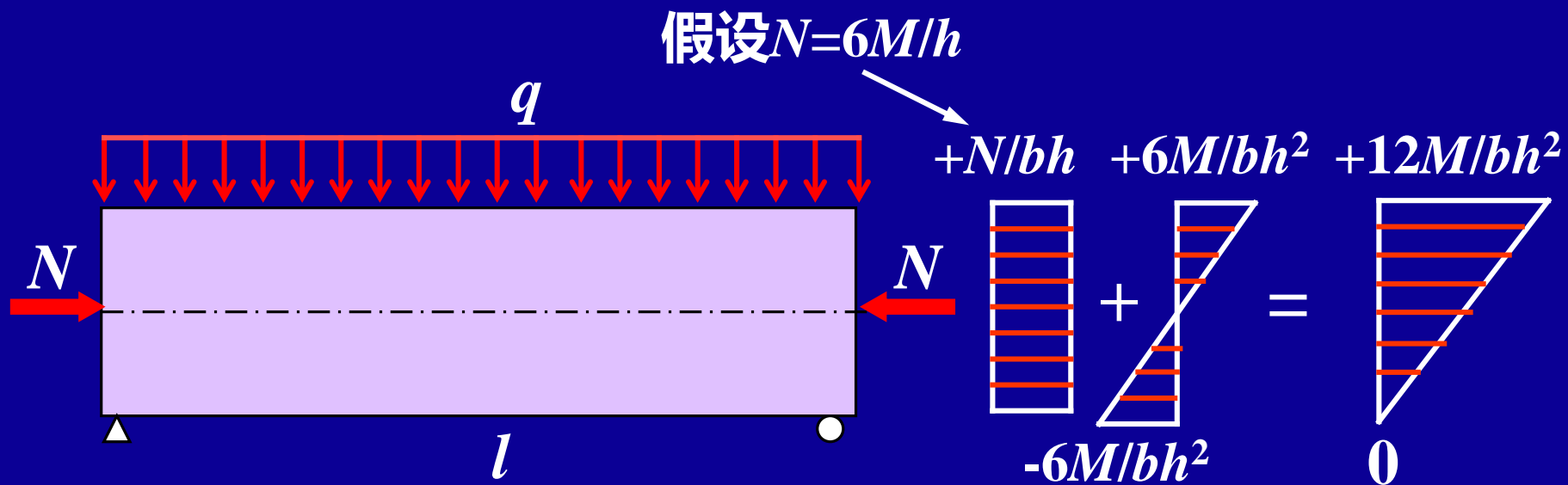
### 2) 预应力混凝土梁的工作原理 以承受均布荷载的简支梁为例：



图中应力设受压为正受拉为负

## 2. 预应力混凝土梁工作原理

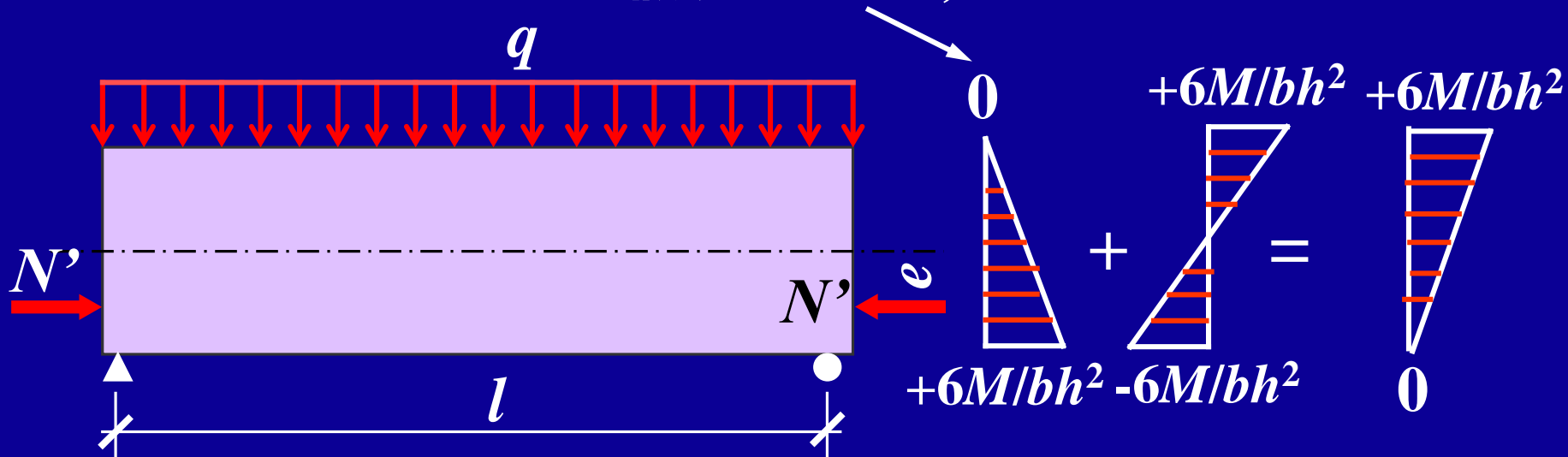
### 方案一



## 2. 预应力混凝土梁工作原理

### 方案二

假设  $N' = 3M/h$ ,  $e = h/6$





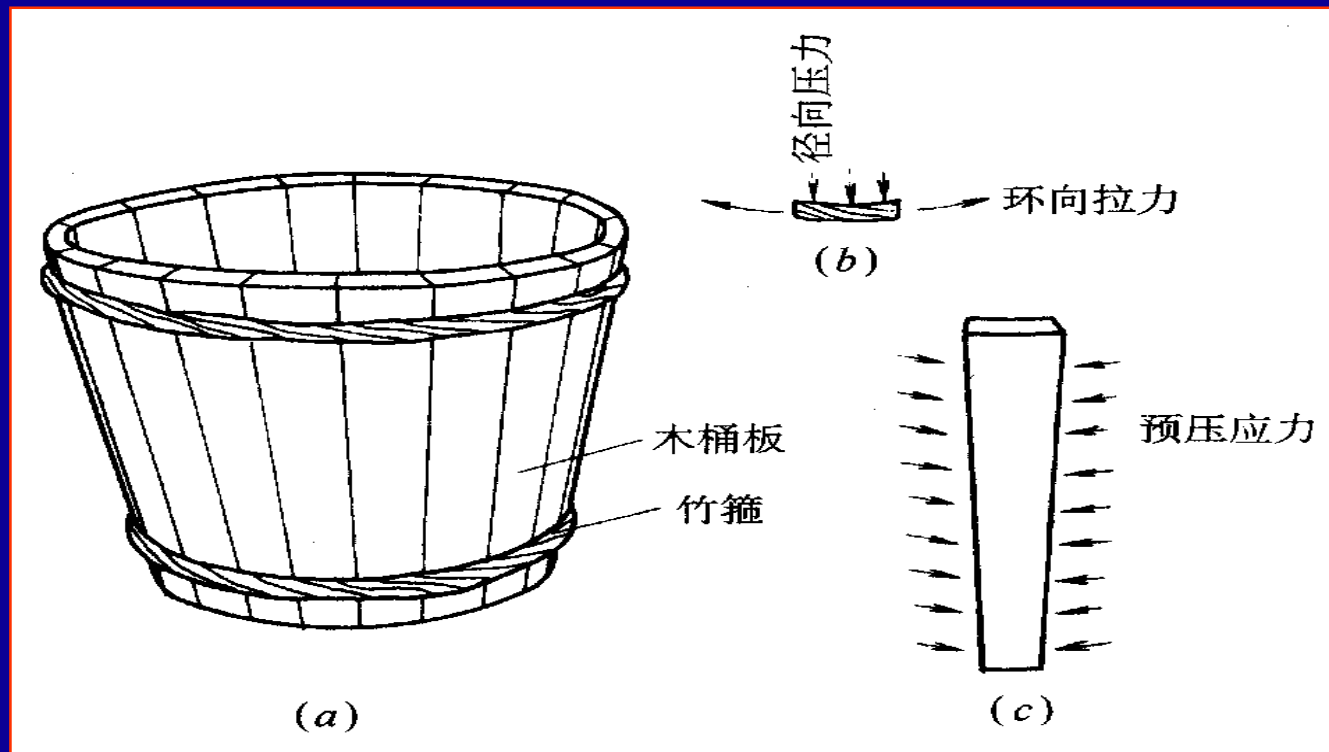
## 2. 预应力混凝土梁工作原理

### ➤ 结论:

通过人为控制梁截面预加力 $N_p$ 的大小和作用位置，可以使梁截面下缘混凝土应力为零，甚至仍保持为压应力，从而提高了构件的抗裂性能，使梁能全截面参与工作。

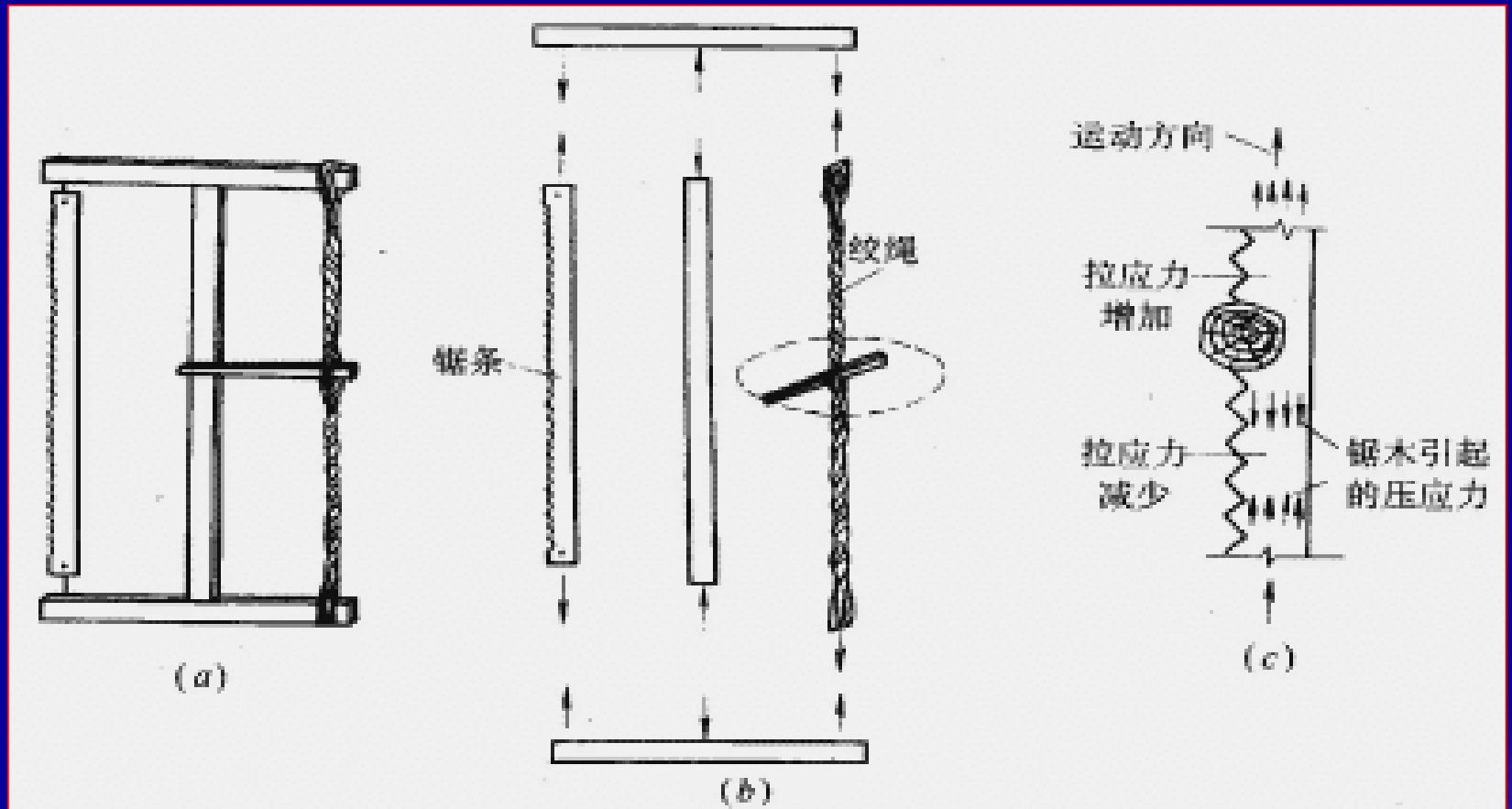
## 2. 预应力混凝土梁工作原理

### ➤ 生活中有关预应力的例子



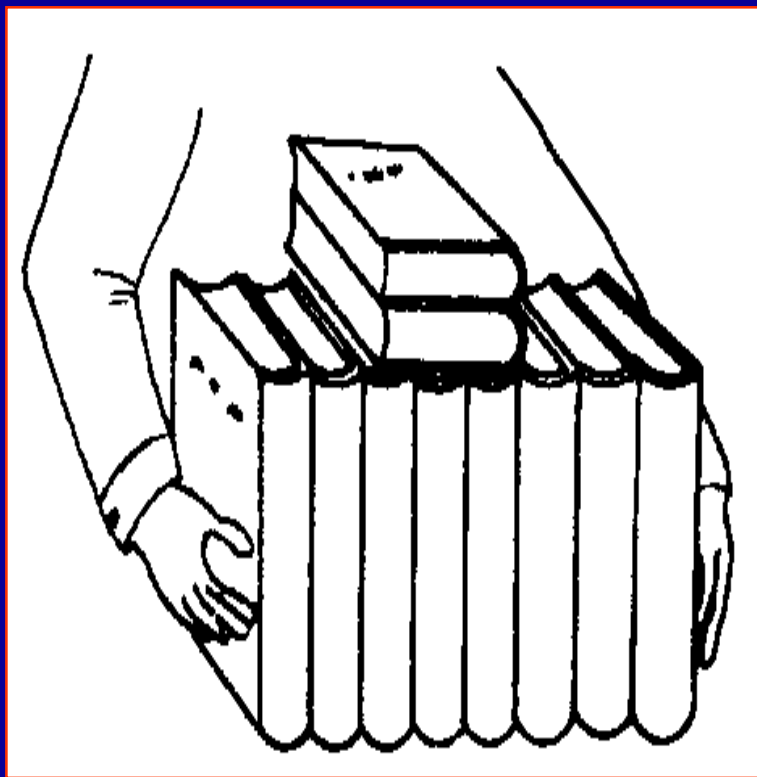
### ➤ 木桶——竹箍对桶壁预先施加环向压应力

## 2. 预应力混凝土梁工作原理



木锯——利用预加拉力来抵抗压力

## 2. 预应力混凝土梁工作原理



预应力原理的应用



### 3. 配筋混凝土结构的分类

#### 1) 国外配筋混凝土结构的分类

CEB—FIP将配筋混凝土按预加应力的大小划分为四级。

**I级：全预应力混凝土**——在使用荷载作用下，截面受拉边缘混凝土不出现拉应力。

**II级：有限预应力混凝土**——在使用荷载作用下，允许截面受拉边缘出现拉应力，但需加以限制。

### 3. 配筋混凝土结构的分类

---

**III级：部分预应力混凝土**——在使用荷载作用下，允许截面受拉边缘混凝土出现大于其抗拉强度的拉应力，但需对最大裂缝宽度加以限制。

**IV级：普通钢筋混凝土结构。**

### 3. 配筋混凝土结构的分类

#### 2) 国内配筋混凝土结构的分类

(1) 预应力度**的定义**：由预加应力大小确定的消压弯矩 $M_0$ 与外荷载产生的弯矩 $M_s$ 的比值：

$$\lambda = M_0 / M_s$$

式中： $M_0$ ——消压弯矩，构件抗裂边缘预压应力抵消到零时的弯矩；

$M_s$ ——按作用（荷载）短期效应组合计算的弯矩。

### 3. 配筋混凝土结构的分类

#### 2) 《公路桥涵》配筋混凝土构件的分类

按预应力度 $\lambda$ 分为全预应力混凝土、部分预应力混凝土、钢筋混凝土。

全预应力混凝土构件： $\lambda \geq 1$

部分预应力混凝土构件： $1 > \lambda > 0$

(分为A类和B类)

A类：拉而有限

B类：裂而有限

钢筋混凝土构件： $\lambda = 0$





## 4. 预应力混凝土结构的优缺点

### 1) 优点:

- (1) 提高了构件的抗裂度和刚度；
- (2) 节约材料，减少自重，经济合理；
- (3) 曲线预应力钢束减小梁的竖向剪力和主拉应力；
- (4) 结构质量安全可靠；
- (5) 预应力可作为结构构件的连接手段，促进大跨度结构新体系与施工方法发展。
- (6) 提高了结构的耐疲劳性能，对承受动荷载的桥梁结构来说是很有利的。

## 4. 预应力混凝土结构的优缺点

### 2) 缺点:

- (1) 工艺较复杂，对质量要求高，需配备技术较熟练的专业队伍；
- (2) 需要有一定的专用设备；
- (3) 反拱不易控制；
- (4) 预应力混凝土结构开工费用较大，对于跨径较小、构件数量少的工程，成本较高。



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

网络精品课程

教务处  
继续教育学院  
现代教育技术中心

联合录制

2014年3月