

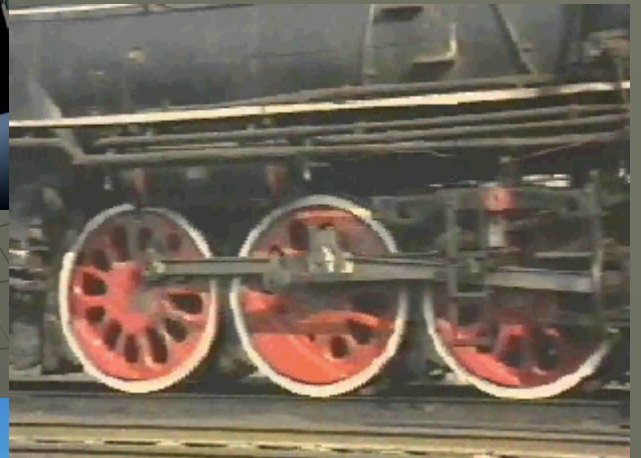
# 机械设计基础

北京科技大学机械工学系

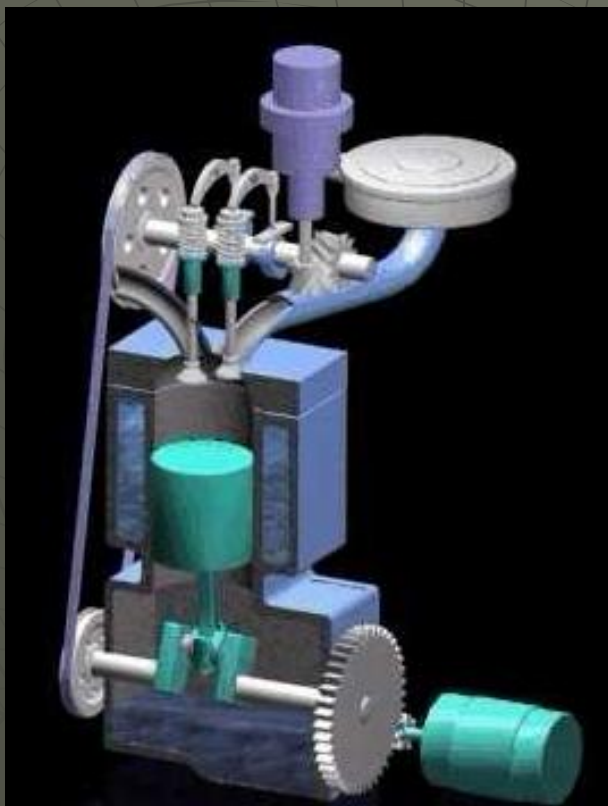
# 概 论

- § 1-1 机械、机器、机构及其组成
- § 1-2 本课程的内容、性质和任务
- § 1-3 机械设计的基本要求和设计过程
- § 1-4 机械零件的工作能力及其计算准则
- § 1-5 机械零件的载荷、应力、和许用应力
- § 1-6 机械零件材料的选用原则
- § 1-7 机械设计的新发展要

# § 1-1 机械、机器、机构及其组成



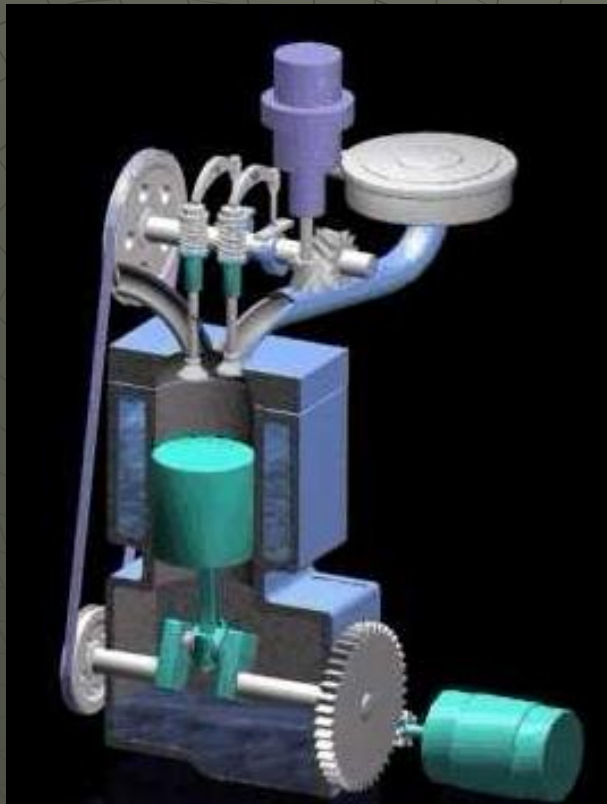
# 机 器



内燃机

- (1) 人为的实物组合体；
- (2) 各部分之间须有确定的相对运动；
- (3) 代替人类完成有用的机械功或转换能量。

# 机 构：



- (1) 人为的实物组合体；
- (2) 各部分之间须有确定的相对运动；



# 机器的组成：（一般为三部分）

└ 动力机 → 传动装置 → 工作机

└ 动力机：电机、内燃机等，将电能或热能转换为机械能。

└ 工作机：机床、轧钢机等，代替人的体力做有用的机械功。

└ 传动装置：将动力机动力的和运动传到工作机的中间环节，如齿轮传动、带传动等。（可省略）

# 传动装置的目的和作用

- u 1) 改变速度、扭矩和运动形式
- u 2) 分配动力的和运动

# 零件、构件与部件

- u **零件**：加工制造的单元体
- u **构件**：运动的单元体
- u **部件**：为完成同一使命，在结构上紧密联系在一起的一套协同工作组合，如减速器等。



# 通用零件和专用零件

- u **通用零件**：各类机械中常用，功用和性能相同的零件，分为连接件、传动件、支撑件、缓冲件等。
- u **专用零件**：仅适于专门用途的零件，如钩钩、卷筒等。

# § 1-2 本课程的内容、性质和任务

u 一、课程目的

u 二、课程的内容、性质

u 三、教学安排及学习方法

# 课程的内容、性质

- u **性质**：技术基础课，基础课与专业课之间的过渡。
- u **内容**：机械传动、常用机构、通用零件的工作原理、结构特点、材料选择、设计计算等。

# 教学安排及学习方法

u 教学安排

u 课程特点

u 学习方法

# 教学安排

u 周学时 4      每周一交作业

u 1~2 次实验

u 平时成绩占      20分



# 课程特点

- u 1) 逻辑性较差
- u 2) 设计结果不唯一
- u 3) 未知条件可能多于方程数
- u 4) 可得到一个完整的零件

# 学习方法

u 掌握学习规律

u 掌握公式和系数

# 掌握学习规律

u 每个零件：工作原理及特点 → 受力分析  
→ 失效分析 → 建立计算准则 → 计算零件主要尺寸 → 结构设计、画图

u 各种零件：共性、个性

# 掌握公式和系数

- u **公式**：出发点、思路、主要参数间的关系、正确使用（使用条件）。
- u ——长公式不要求背
- u **系数**：意义、影响因素、正确查找。

# § 1-3 机械设计的基本要求和设计过程

- **基本要求**：使用要求、经济性要求、安全性要求
- **特殊要求**：某种机械特有的要求各种要求应综合考虑，确定主次，保证主要，兼顾其它，优化设计。



# 机械设计的設計过程

## u P4图扫描

# § 1-4 机械零件的工作能力及其计算准则

- u **失效**：机械零件不能正常工作。
- u **工作能力**：机械零件抵抗失效的能力。
- u **计算准则**：判断机械零件是否又足够工作能力的准则。

# 机械零件的主要失效形式

断裂失效 { 疲劳断裂  
静断裂

表面失效 { 表面疲劳  
过度磨损

过量弹性变形

强烈振动

# 常见计算准则：

强度计算准则

刚度计算准则

抗磨性计算准则

振动稳定性计算准则

# § 1-5 机械零件的载荷、应力、和许用应力

u 一. 机械零件的载荷

u 二. 机械零件的应力

u 三. 许用应力



# 机械零件的载荷

└ 载荷类型：静载荷、变载荷

载荷简化及力学模型 P8 图0~8

└ 名义载荷和计算载荷

# 名义载荷和计算载荷

**名义载荷：**理想平稳条件下，作用在零件上的载荷。

$$T = 9550 \frac{P}{n} \quad \text{N.m}$$

**计算载荷：**考虑实际影响因素条件下，作用在零件上的载荷。

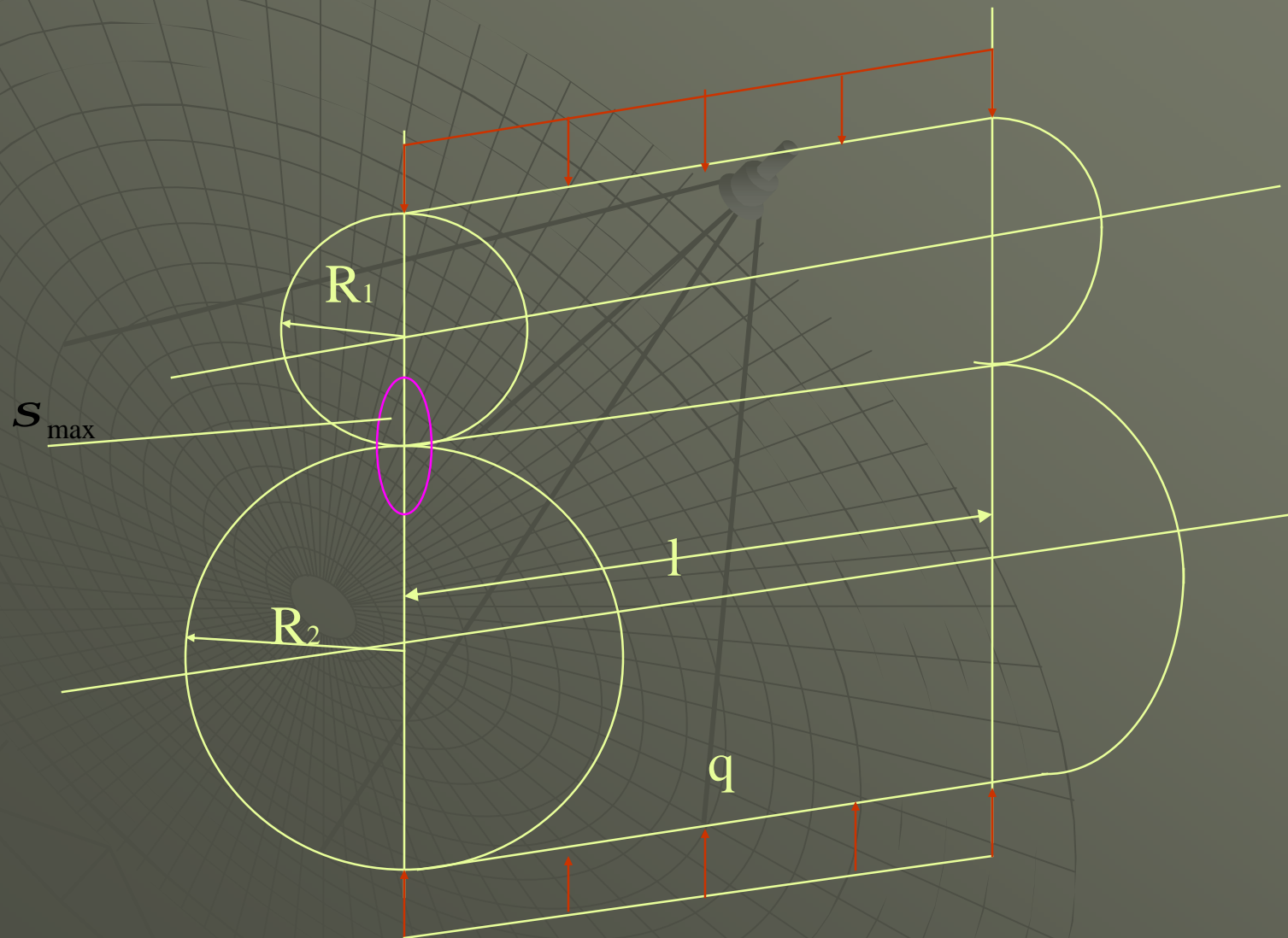
$$T_c = KT \quad \text{N.m}$$

**K**——载荷系数

# 机械零件的应力

- u **体应力**：分布于零件整体，如：拉、压、弯、扭。
- u **表应力**：只分布于零件接触表面的应力，如：挤压应力、接触应力。
- u **静应力**：方向和大小均不随时间变化的应力。
- u **变应力**：方向和大小均随时间变化的应力。

# 接触应力



# 两圆柱体接触应力计算公式:

$$s_{\max} = 0.418 \sqrt{\frac{qE}{R}} \quad \text{N/mm}^2$$

- u 式中:  $q$ ——单位接触长度上的载荷;  
 $F$ ——压力;  
 $L$ ——两圆柱体接触长度;  
 $E$ ——材料综合弹性模量;  
 $R$ ——两圆柱体综合曲率半径。



# 变应力

- u 稳定循环变应力
- u 不稳定循环变应力
- u 随机变应力

# 稳定循环变应力

变化周期、幅度相等的变应力。

最大应力  
最小应力  
平均应力  
应力幅  
循环特征

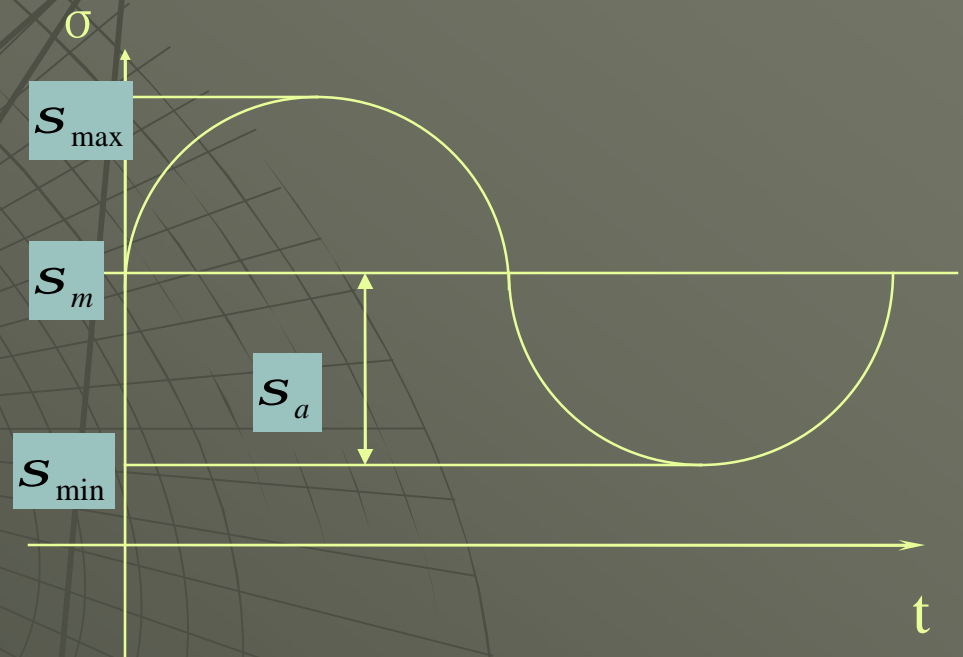
$S_{\max}$

$S_{\min}$

$S_m$

$S_a$

$$g = \frac{S_{\min}}{S_{\max}}$$



# 不稳定循环变应力

- 变化周期、幅度都按一定规律变化的变应力。

# 随机变应力

- 变化周期、幅度都无规律的变应力。

# 许用应力

u 许用静应力

u 许用变应力



# 许用静应力

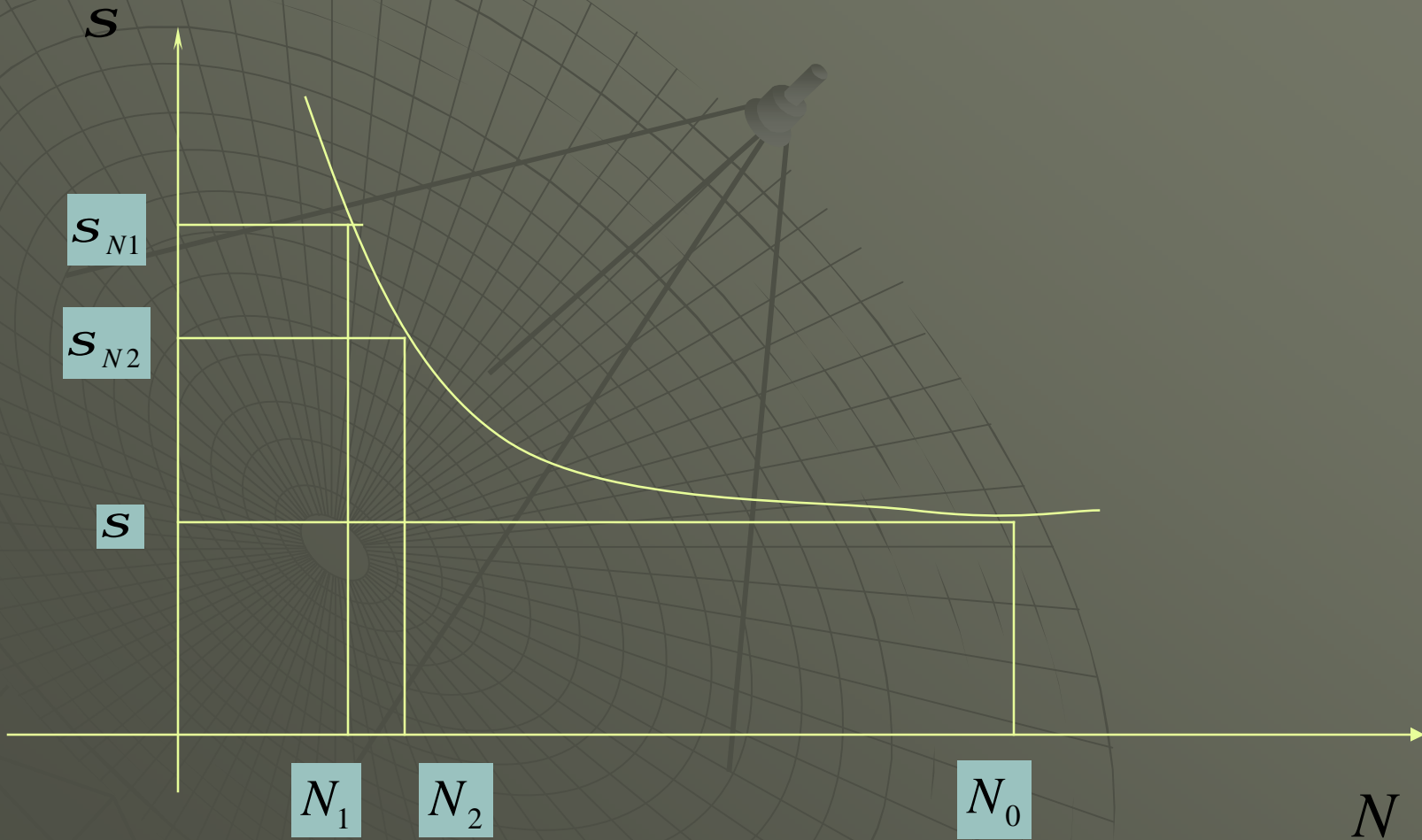
$$[s] = \frac{S_{\text{lim}}}{S}$$

$$[t] = \frac{t_{\text{lim}}}{S}$$

# 许用变应力

- 1、疲劳曲线：表示应力  $\sigma$  与应力循环次数  $N$  之间的关系的曲线，简称 **S—N** 曲线。
- 2、许用变应力

# 疲劳曲线



# 疲劳曲线方程

$$S_{rN}^m N = S_r^m N_0 = C$$

$$S_{rN} = S_r \sqrt[m]{\frac{N_0}{N}}$$

$$W < W^0$$

$$S_{rN} = S_r$$

$$N \neq N_0$$

$N$ ——应力循环次数。

$N_0$  ——循环基数。

$S_g$  ——任意循环特征下的疲劳极限应力（循环次数为 $N_0$ ）。

$S_{gN}$  ——任意循环特征下循环次数为 $N$ 的疲劳极限应力。

$m$ ——指数与应力性质和材料有关       $C$ ——常数

# 许用变应力

无限寿命任意循环特征下许用应力

$$[\sigma] = \frac{e_s b s_g}{K_s S} S_r$$

$S_r$  —— 对称循环下的疲劳极限应力。

$K_s$  —— 应力集中系数。

$b$  —— 表面状态系数。

$e_s$  —— 绝对尺寸和截面形状系数。



# 许用变应力

无限寿命特殊循环特征下许用应力

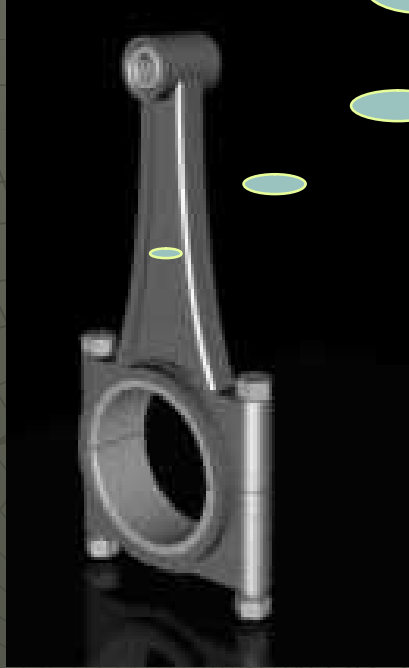
对称循环 ( $r = -1$ )

$$[\sigma_{-1}] = \frac{e_s b \sigma_{-1}}{K_s S}$$

脉动循环 ( $r = 0$ )

$$[\sigma_0] = \frac{e_s b \sigma_0}{K_s S}$$

构件



零件



# § 1-1 机械、机器、机构及其组成

- ┌ **机械**: 机器与机构的总称。
- ┌ **机器**: 1) 有确定的相对运动  
2) 能代替人的体力做有用的机械功或进行能量转换
- ┌ **机构**: 有确定的相对运动