



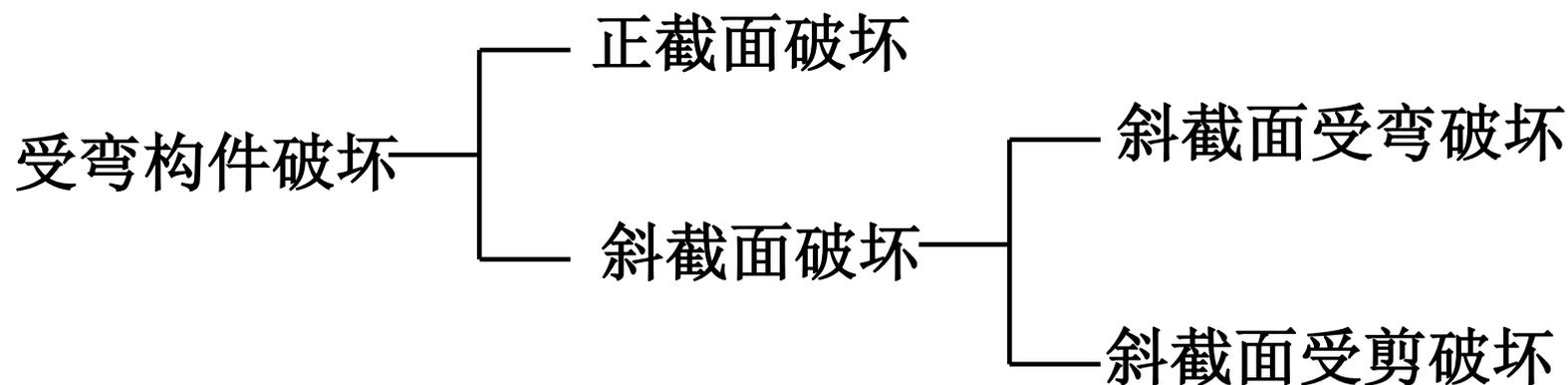
新疆大学



混凝土结构 设计原理

第四章 受弯构件的斜截面承载力

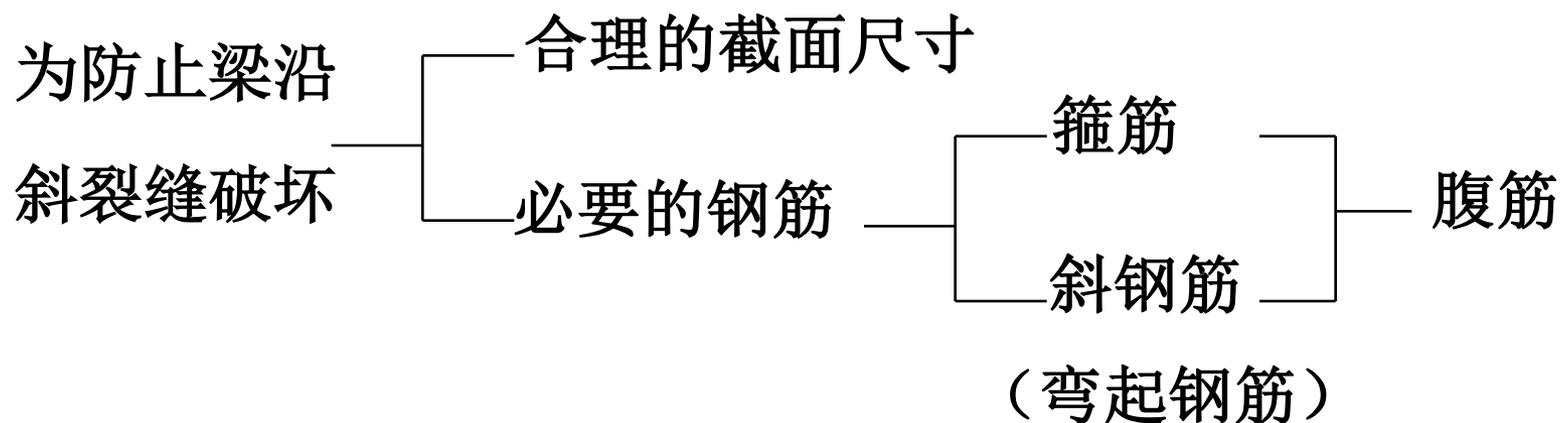
4.1 概述



斜截面受剪承载力有计算和构造来满足

斜截面受弯承载力通过对纵向钢筋和箍筋的构造要求来保证

4.1 概述



箍筋与纵筋、架立钢筋等构成梁的钢筋骨架

箍筋对抑制斜裂缝开展的效果比弯起钢筋好，故优先选择箍筋

4.1 概述

弯起钢筋承受的拉力比较大，且集中，有可能引起钢筋弯起处的混凝土劈裂裂缝



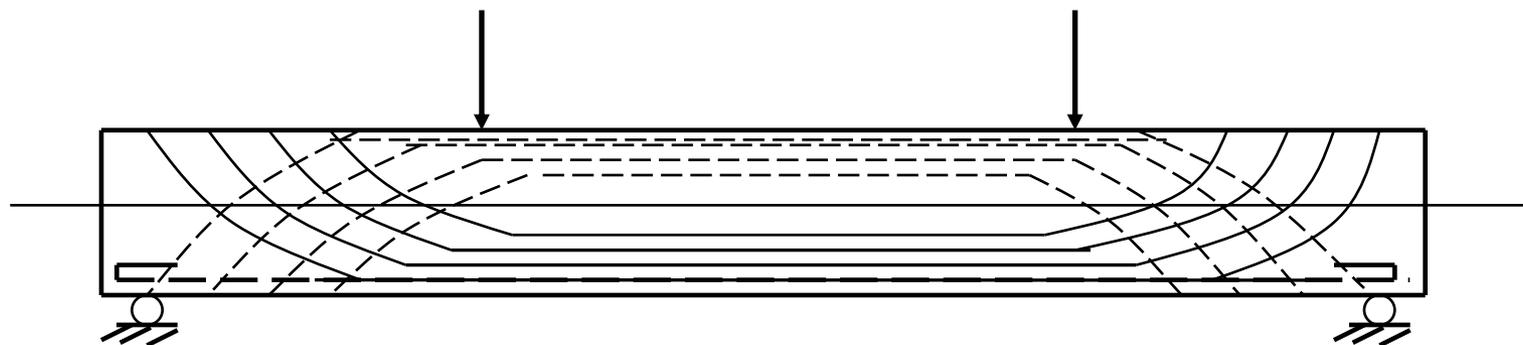
放置在梁侧面处的钢筋不宜弯起

位于梁角部的钢筋不能弯起

弯起钢筋的直径不能过大

4.2 斜裂缝、剪跨比及斜截面受剪破坏形态

4.2.1 腹剪斜裂缝和弯剪斜裂缝



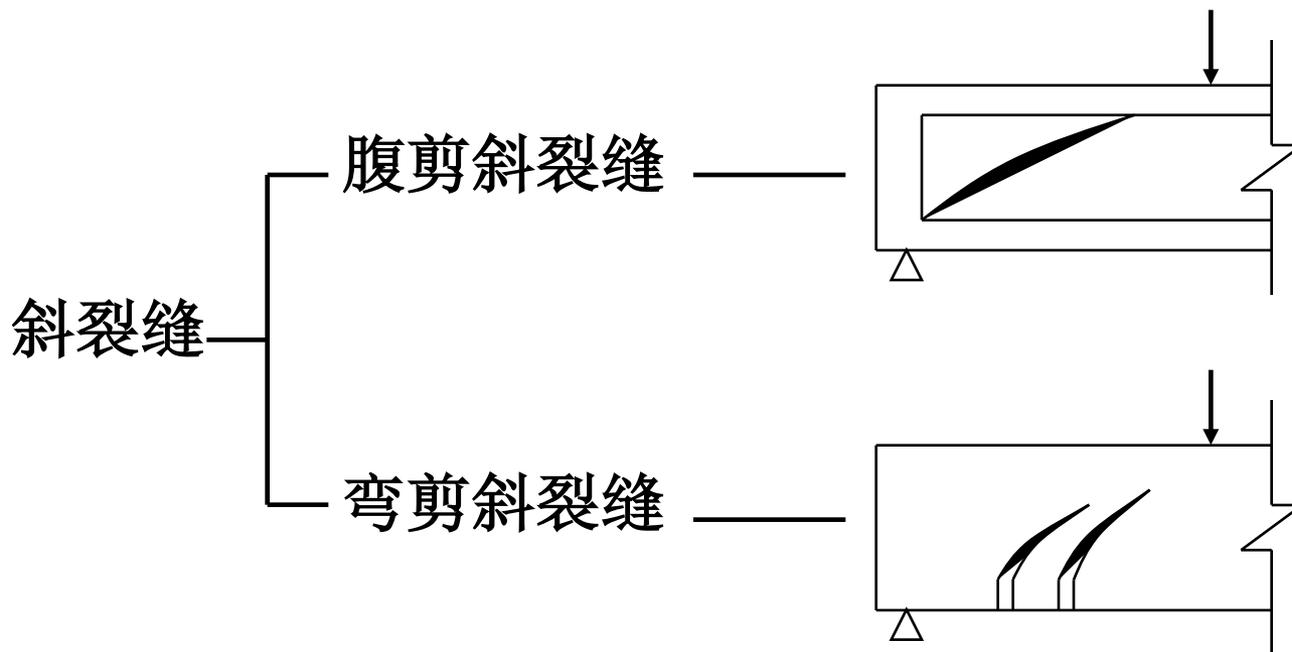
$$\text{主拉应力: } \sigma_{tp} = \sigma/2 + (\sigma^2/4 + \tau^2)^{1/2}$$

$$\text{主压应力: } \sigma_{cp} = \sigma/2 - (\sigma^2/4 + \tau^2)^{1/2}$$

$$\text{主拉应力作用方向与梁轴线的夹角: } \tan 2\alpha = -2\sigma/\tau$$

4.2 斜裂缝、剪跨比及斜截面受剪破坏形态

4.2.1 腹剪斜裂缝和弯剪斜裂缝

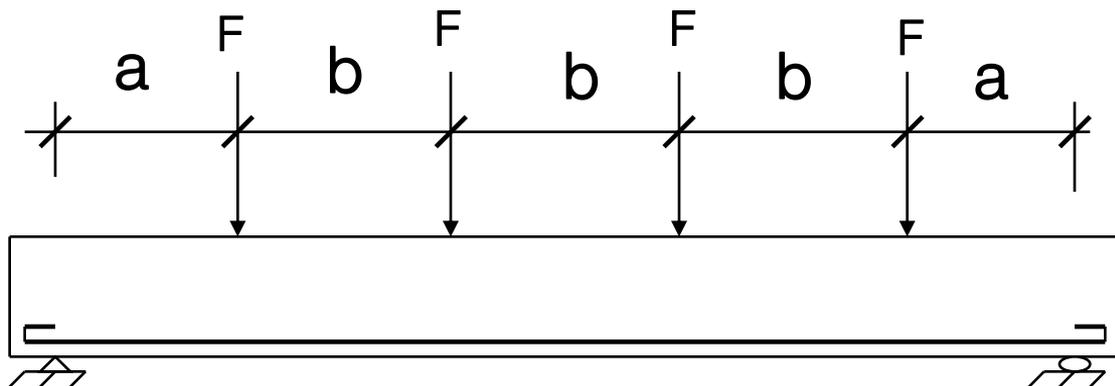


4.2 斜裂缝、剪跨比及斜截面受剪破坏形态

4.2.2 剪跨比

剪跨 —— 承受集中荷载的简支梁中，最外侧的集中力到临近支座的距离 a 称为剪跨

剪跨比 —— 剪跨 a 与梁截面有效高度的比值，用 λ 表示



$$\lambda = a/h_0$$

$$\lambda = M/(Vh_0)$$

广义剪跨比

4.2 斜裂缝、剪跨比及斜截面受剪破坏形态

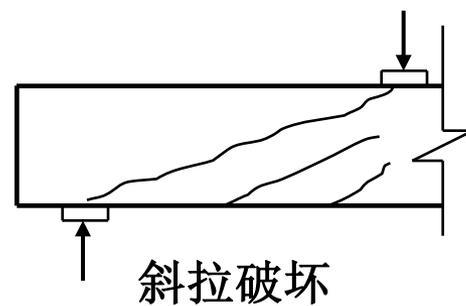
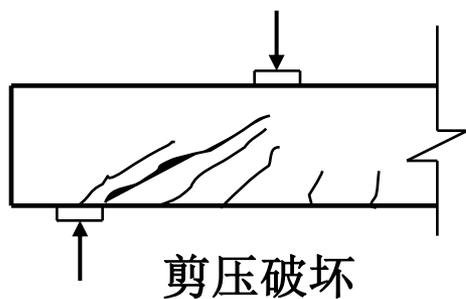
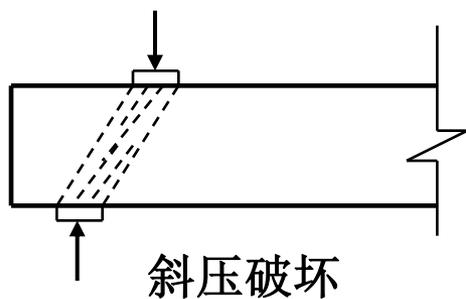
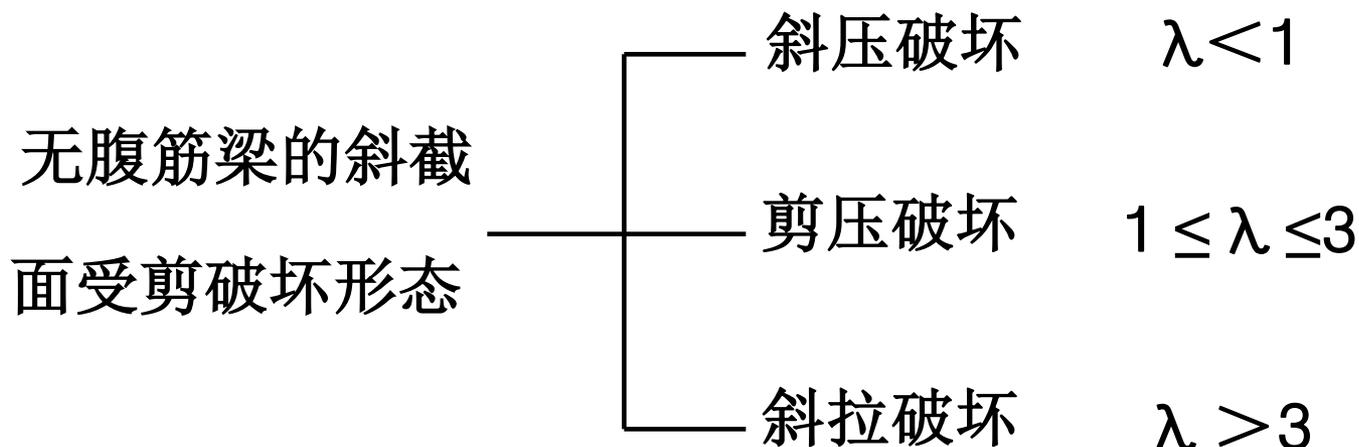
4.2.2 剪跨比

剪跨比反映了截面上正应力 σ 与剪应力 τ 的相对比值，在定程度上也反映了截面上弯矩与剪力的相对比值。

剪跨比对无腹筋梁的斜截面受剪破坏形态有着决定性的影响；对斜截面受剪承载力也有极其重要的影响。

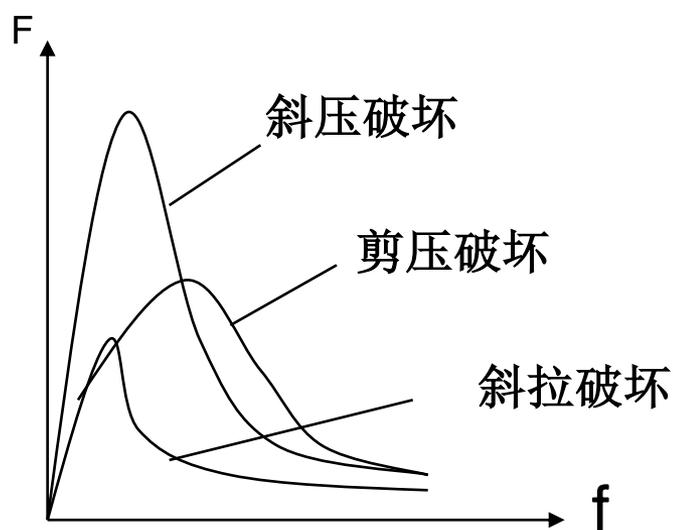
4.2 斜裂缝、剪跨比及斜截面受剪破坏形态

4.2.3 斜截面受剪破坏的主要形态



4.2 斜裂缝、剪跨比及斜截面受剪破坏形态

4.2.3 斜截面受剪破坏的主要形态



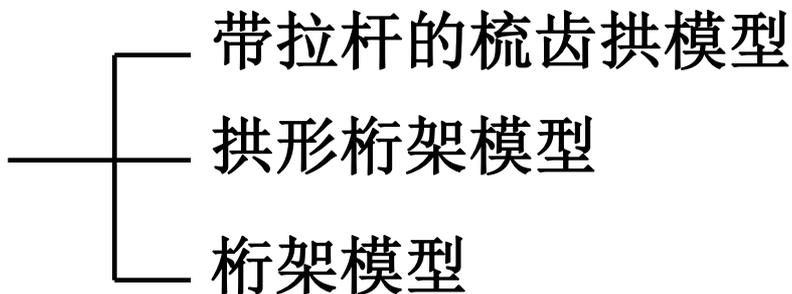
斜截面破坏的F-f曲线

三种破坏斜截面承载力不同，斜压破坏时最大，其次为剪压，斜拉最小。

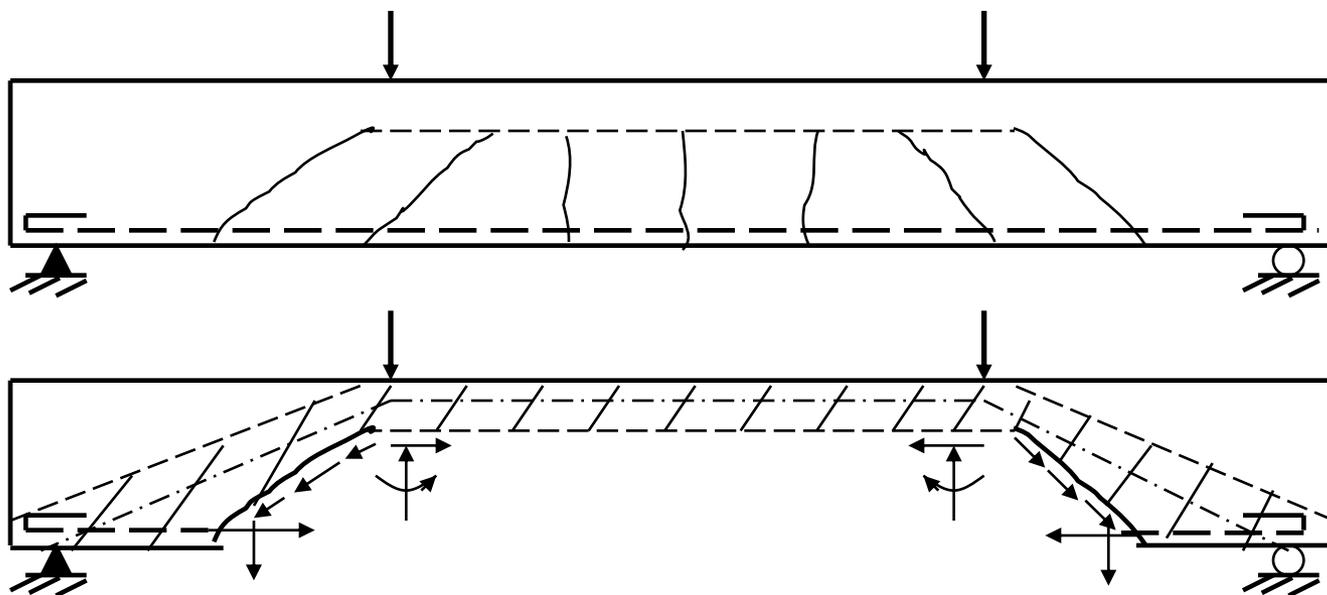
三种破坏都属于脆性破坏类型，但脆性程度不同，斜拉破坏最脆，斜压破坏次之。

4.3 简支梁斜截面受剪机理

解释简支梁斜截面受剪机理的结构模型



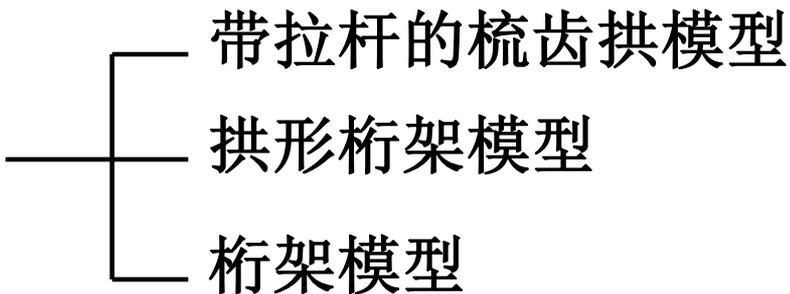
4.3.1 带拉杆的梳齿拱模型



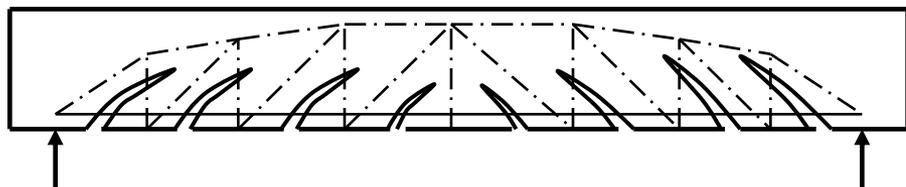
适用于无腹筋梁

4.3 简支梁斜截面受剪机理

解释简支梁斜截面受剪机理的结构模型

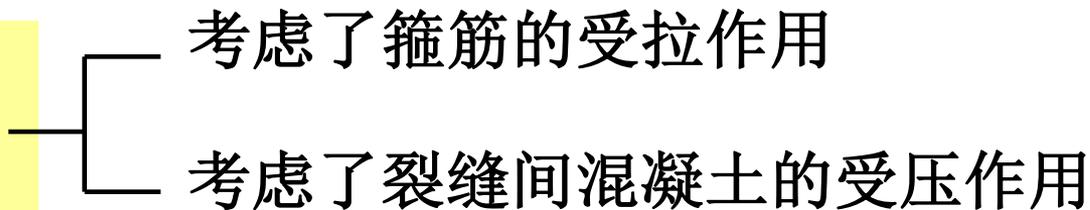


4.3.2 拱形桁架模型



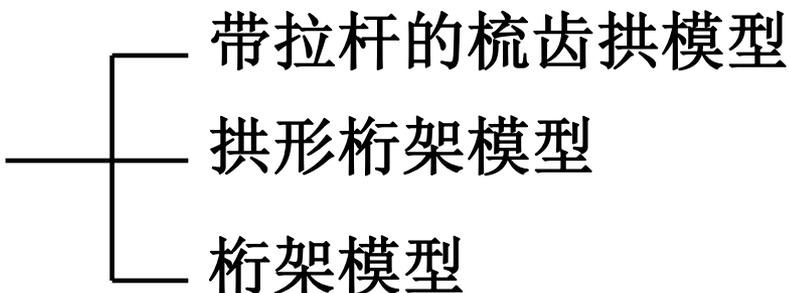
适用于有腹筋梁

与无腹筋梁梳形拱形模型的主要区别



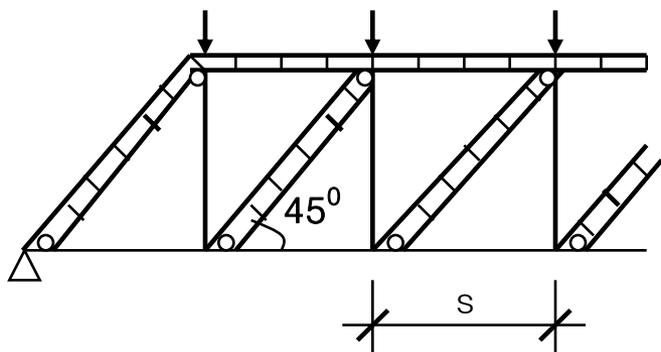
4.3 简支梁斜截面受剪机理

解释简支梁斜截面受剪机理的结构模型

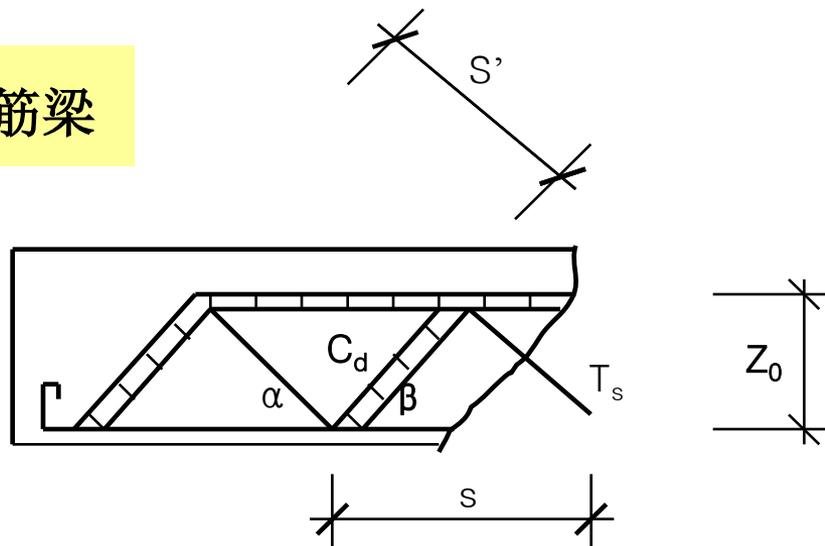


4.3.3 桁架模型

适用于有腹筋梁



45°桁架模型

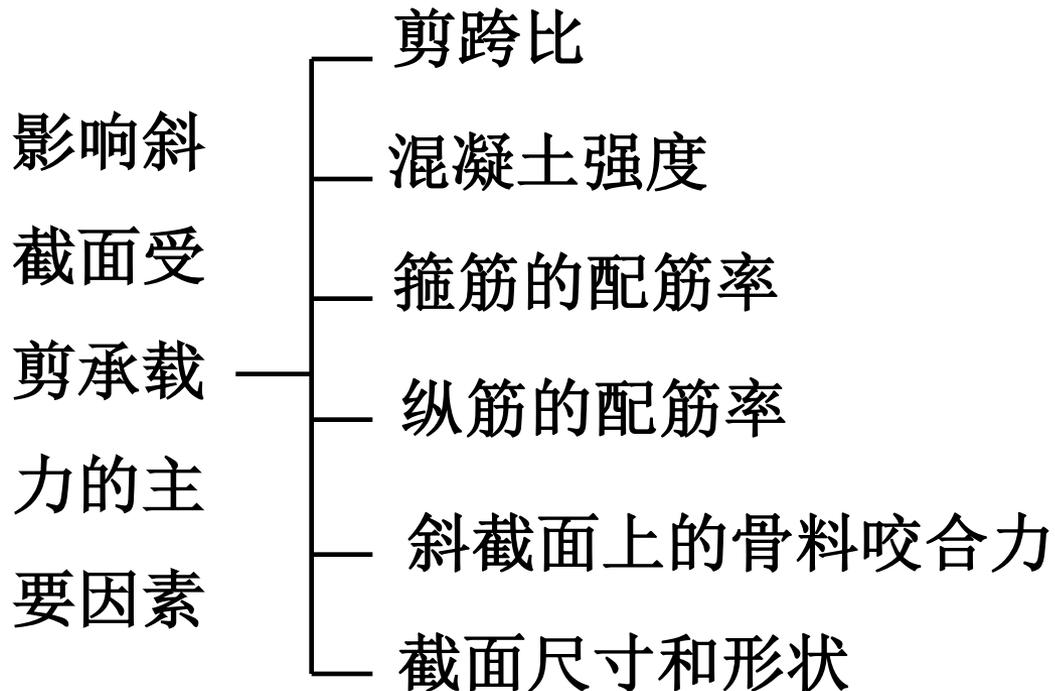


变角桁架模型

4.4 斜截面受剪承载力计算

$V \leq V_u$ ，本节着重讲述 V_u 的计算

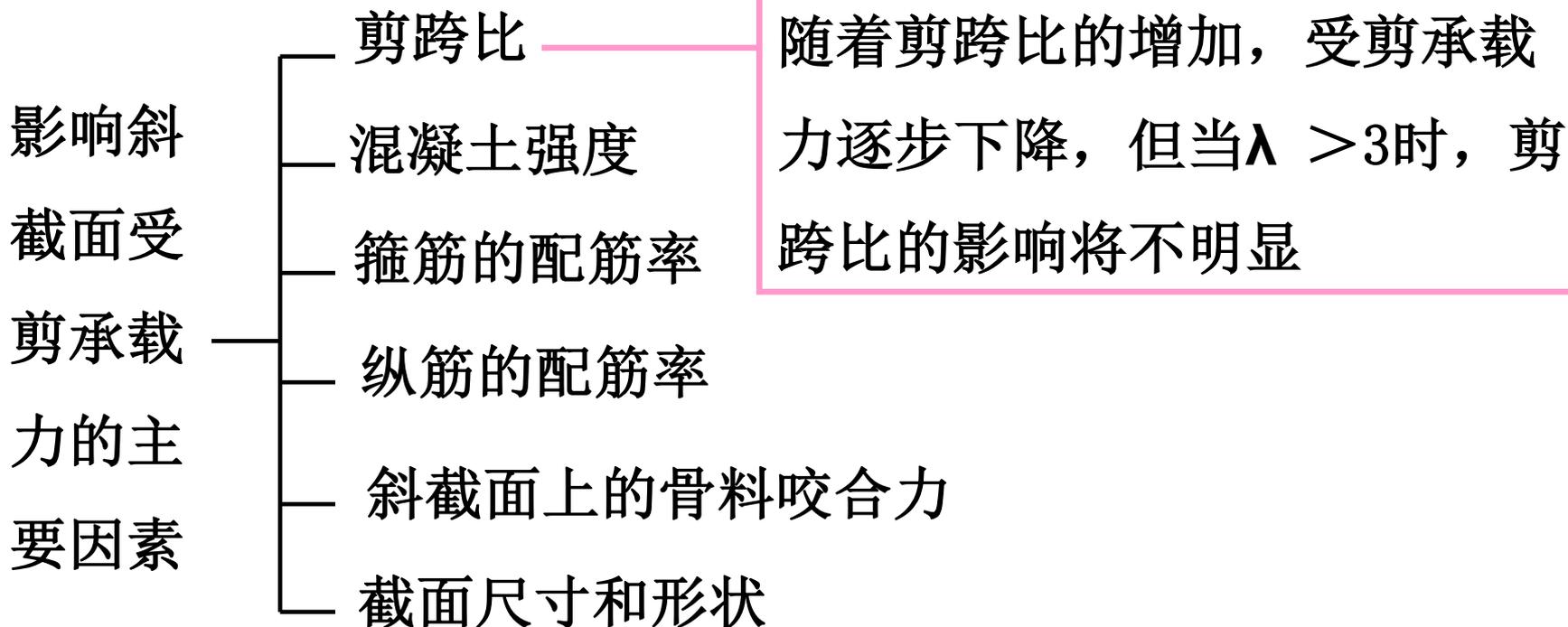
4.4.1 影响斜截面受剪承载力的主要因素



4.4 斜截面受剪承载力计算

$V \leq V_u$ ，本节着重讲述 V_u 的计算

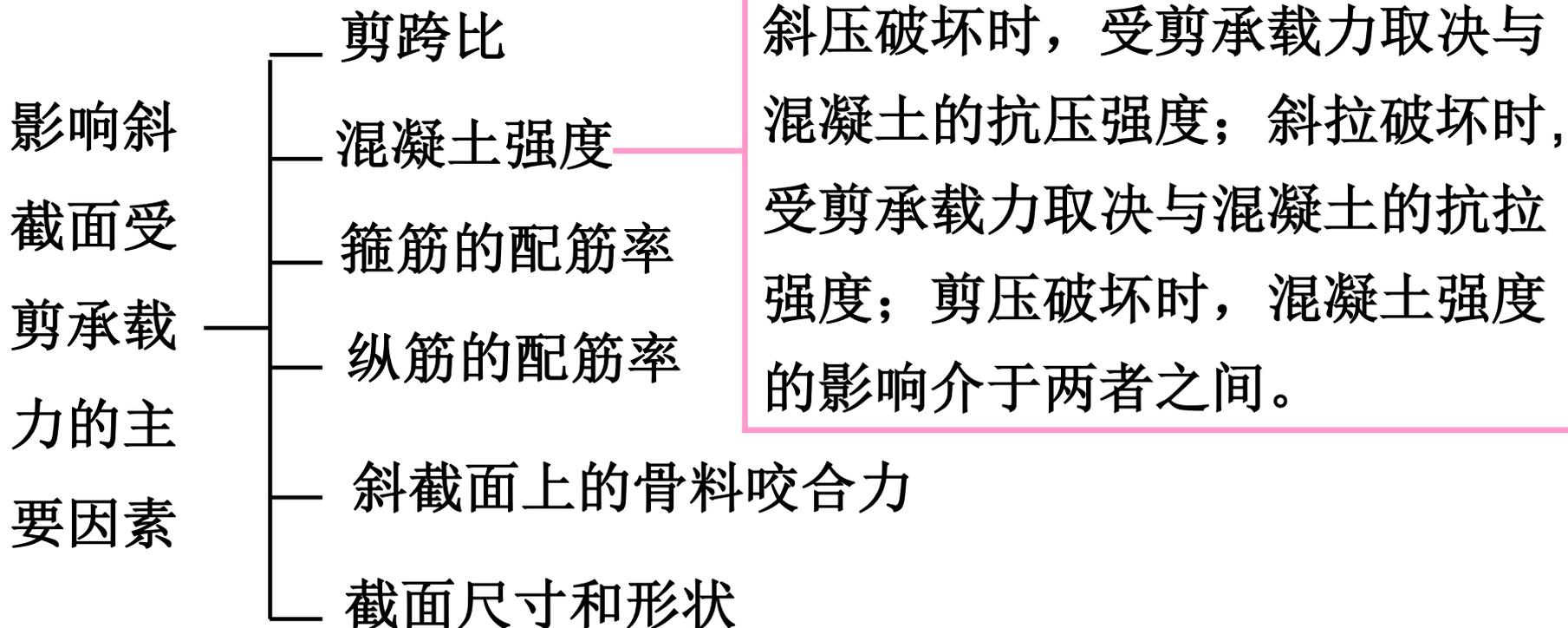
4.4.1 影响斜截面受剪承载力的主要因素



4.4 斜截面受剪承载力计算

$V \leq V_u$ ，本节着重讲述 V_u 的计算

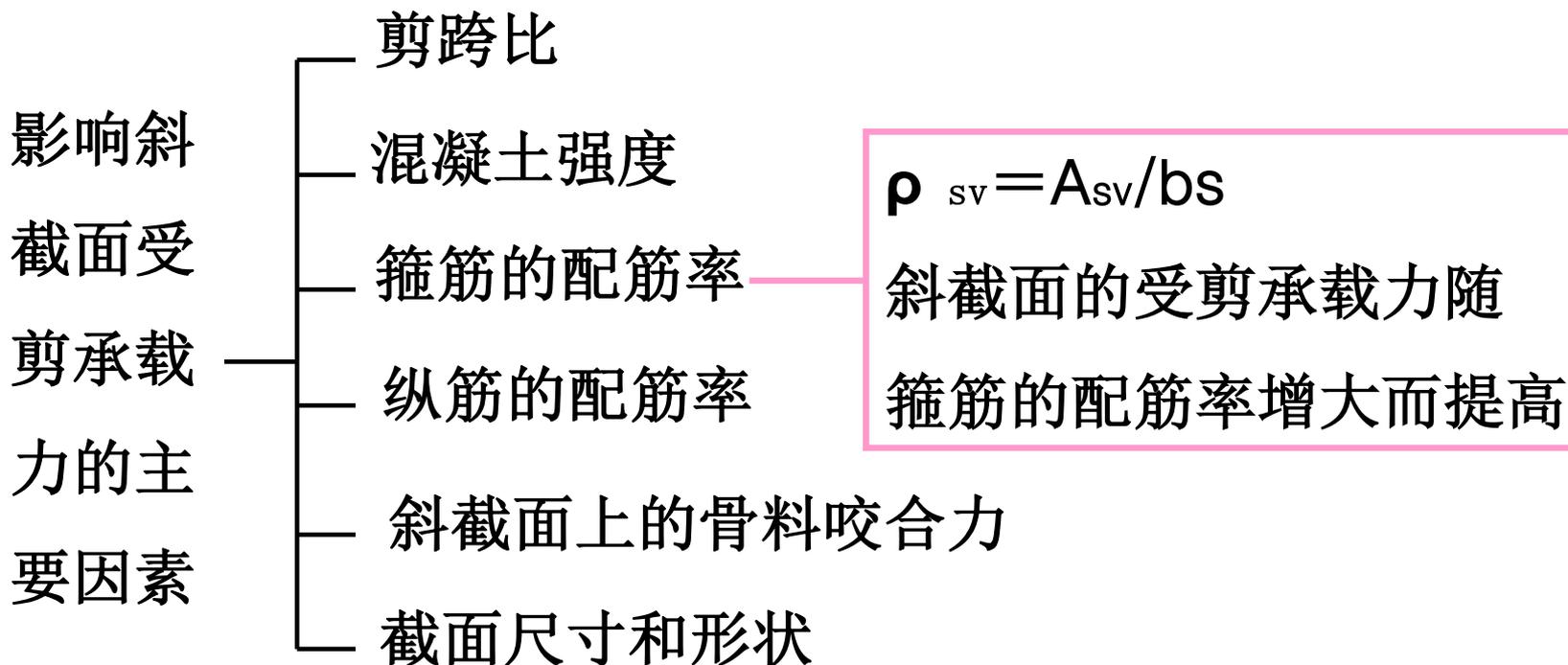
4.4.1 影响斜截面受剪承载力的主要因素



4.4 斜截面受剪承载力计算

$V \leq V_u$ ，本节着重讲述 V_u 的计算

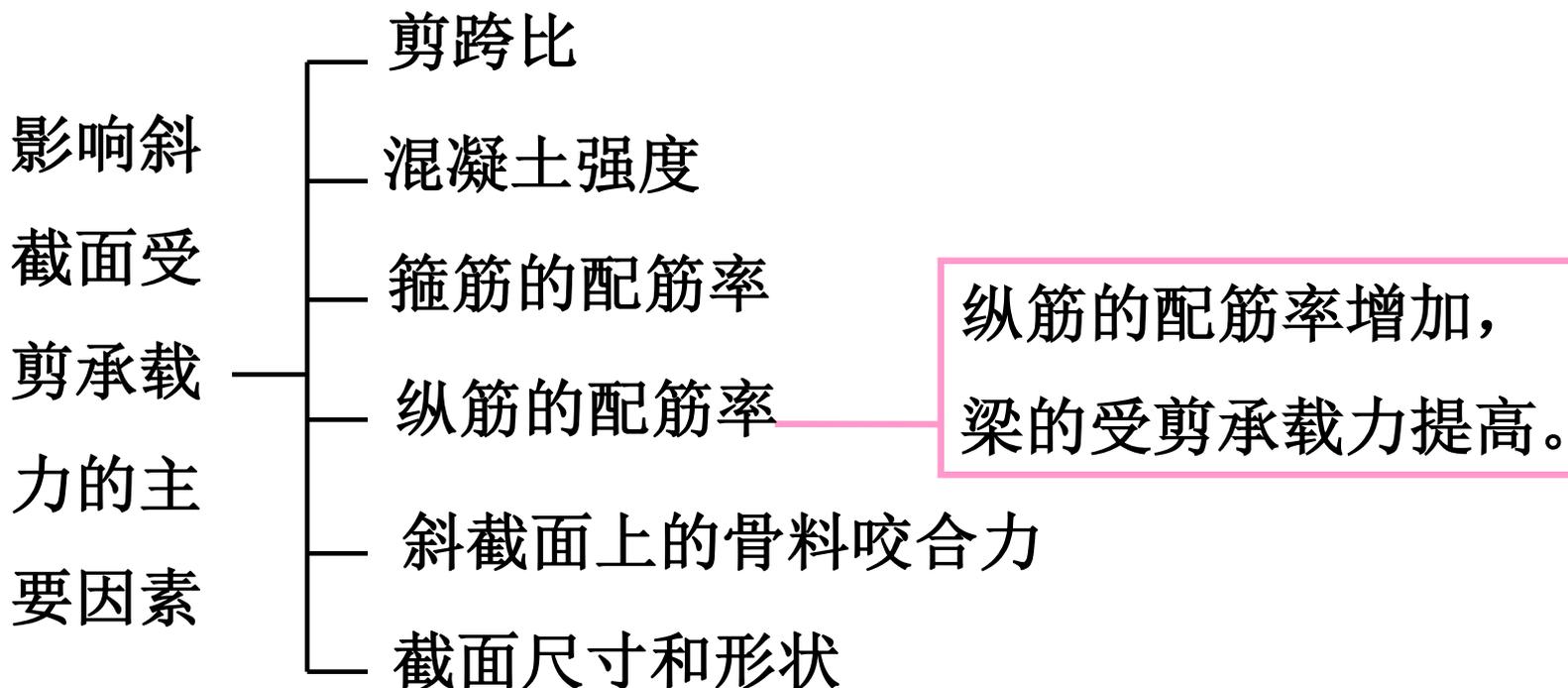
4.4.1 影响斜截面受剪承载力的主要因素



4.4 斜截面受剪承载力计算

$V \leq V_u$ ，本节着重讲述 V_u 的计算

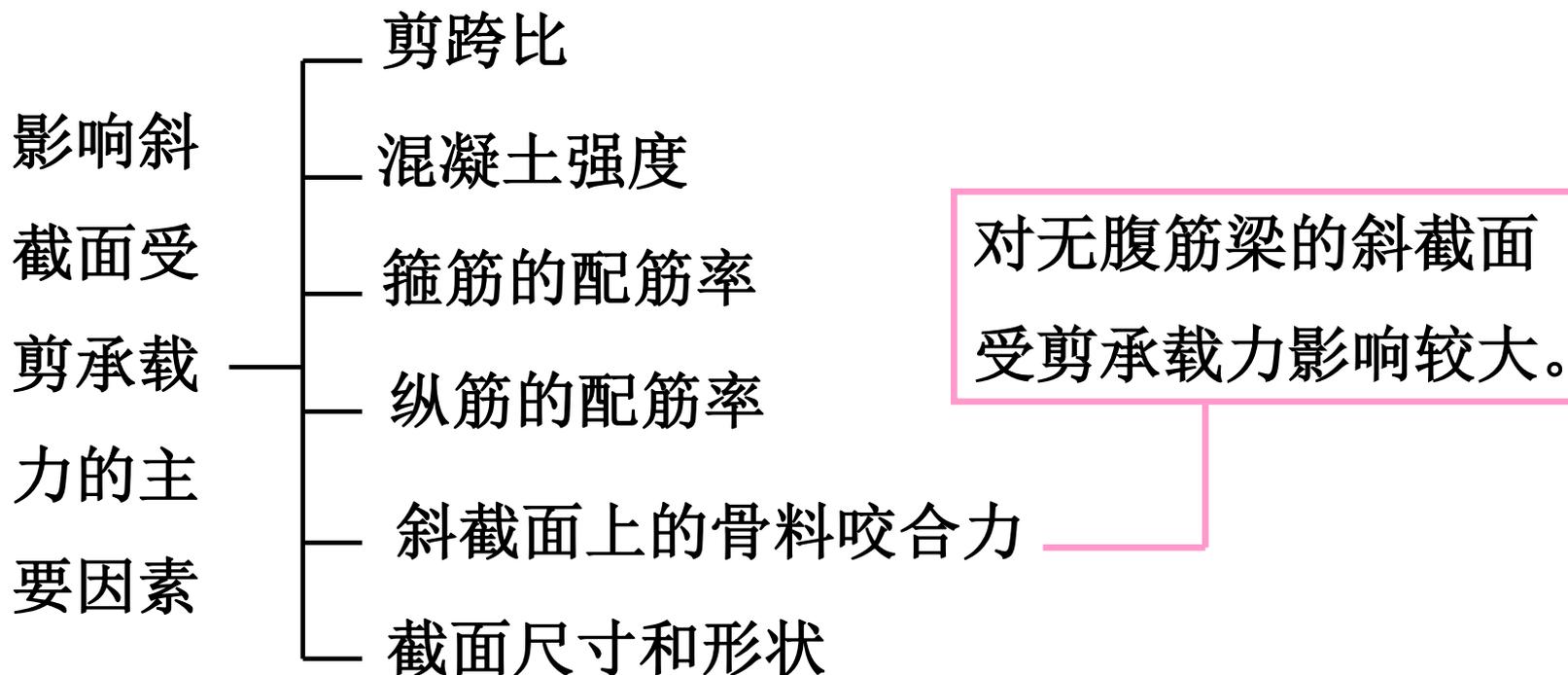
4.4.1 影响斜截面受剪承载力的主要因素



4.4 斜截面受剪承载力计算

$V \leq V_u$ ，本节着重讲述 V_u 的计算

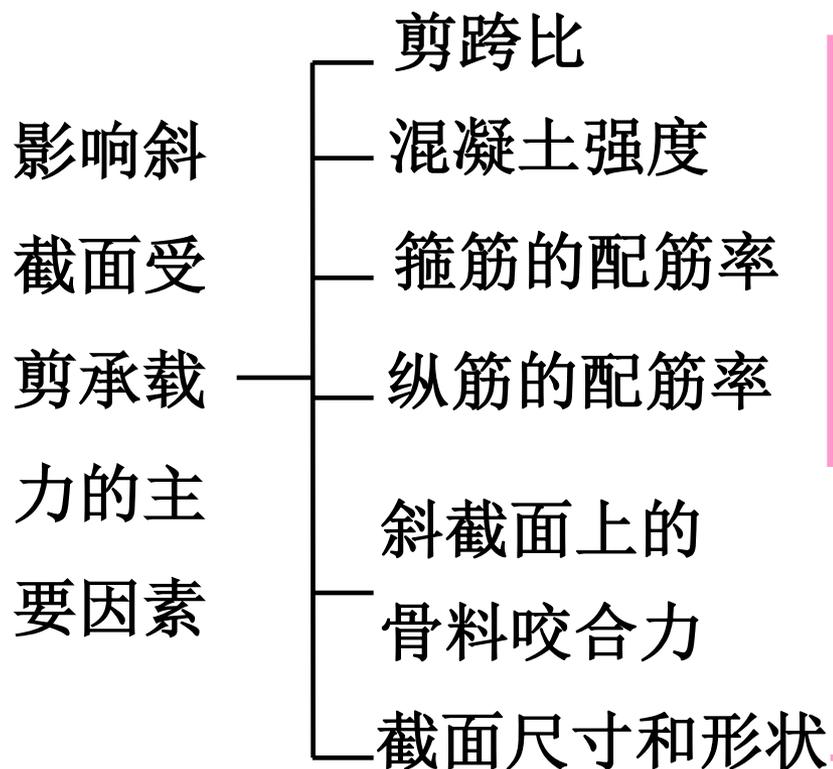
4.4.1 影响斜截面受剪承载力的主要因素



4.4 斜截面受剪承载力计算

$V \leq V_u$ ，本节着重讲述 V_u 的计算

4.4.1 影响斜截面受剪承载力的主要因素



截面尺寸对无腹筋梁的受剪承载力影响较大；其他参数保持不变时，梁高扩大4倍，破坏时的平均剪应力可下降25%~30%。对于有腹筋梁，截面尺寸的影响将减小。

T形截面，适当增加翼缘宽度，可提高受剪承载力25%，但翼缘过大，增大作用趋于平缓；

4.4 斜截面受剪承载力计算

$V \leq V_u$ ，本节着重讲述 V_u 的计算

4.4.2 斜截面受剪承载力的计算公式

1. 基本假定

梁发生剪压破坏时，斜截面上所承受的剪力设计值三部分组成，即 $V_u = V_c + V_s + V_{sb}$

梁剪压破坏时，与斜裂缝相交的箍筋和弯起筋的拉应力都达到其屈服强度，但要考虑拉应力可能不均匀。

为计算简便，计算中未考虑斜裂缝处的骨料咬合力和纵筋的销栓力

截面尺寸仅在厚板计算时才予以考虑

为了计算公式简便，仅在集中荷载为主的独立梁时才考虑 λ 的影响

4.4 斜截面受剪承载力计算

$V \leq V_u$ ，本节着重讲述 V_u 的计算

4.4.2 斜截面受剪承载力的计算公式

2. 计算公式

矩形、T形和 I 形截面的一般受弯构件，斜截面受剪承载力公式：

$$V_u = V_c + V_s + V_{sb}$$

$$= 0.7f_t b h_0 + f_{yv} A_{sv} h_0 / s + 0.8f_y A_{sb} \sin\alpha_s$$

4.4 斜截面受剪承载力计算

$V \leq V_u$ ，本节着重讲述 V_u 的计算

4.4.2 斜截面受剪承载力的计算公式

2. 计算公式

对集中荷载作用下（包括作用有多种荷载，其中集中荷载对支座截面或对节点边缘所产生的剪力占总剪力的75%以上的情况）的独立梁，斜截面受剪承载力公式：

$$\begin{aligned} V_u &= V_c + V_s + V_{sb} \\ &= 1.75f_t b h_0 / (1 + \lambda) + f_{yv} A_{sv} h_0 / s + 0.8 f_y A_{sb} \sin \alpha_s \end{aligned}$$

$\lambda < 1.5$ 时，取 $\lambda = 1.5$ ；当 $\lambda > 3$ 时，取 $\lambda = 3$

4.4 斜截面受剪承载力计算

$V \leq V_u$ ，本节着重讲述 V_u 的计算

4.4.2 斜截面受剪承载力的计算公式

3. 计算公式的适用范围

截面最小尺寸

$$h_w/b \leq 4 \text{ 时: } V \leq 0.25\beta_c f_c b h_0$$

$$h_w/b \geq 6 \text{ 时: } V \leq 0.2\beta_c f_c b h$$

$4 < h_w/b < 6$ 时，按直线内插法取用

最小配箍

率

$$\rho_{sv, \min} = 0.24 f_t / f_{yv}$$

4.4 斜截面受剪承载力计算

$V \leq V_u$ ，本节着重讲述 V_u 的计算

4.4.2 斜截面受剪承载力的计算公式

4. 厚板的计算公式

$$V_u = 0.7 \beta_h f_t b h_0$$

$$\beta_h = (800/h_0)^{1/4}$$

当 $h_0 < 800\text{mm}$ 时， $h_0 = 800\text{mm}$

当 $h_0 > 2000\text{mm}$ 时， $h_0 = 2000\text{mm}$

4.4 斜截面受剪承载力计算

$V \leq V_u$ ，本节着重讲述 V_u 的计算

4.4.3 斜截面受剪承载力的计算方法

1. 计算截面

支座边缘处截面

受拉区弯起钢筋弯起点处的斜截面

箍筋间距改变处的斜截面

腹板宽度改变处的斜截面

4.4 斜截面受剪承载力计算

$V \leq V_u$ ，本节着重讲述 V_u 的计算

4.4.3 斜截面受剪承载力的计算方法

2. 计算步骤

确定截面尺寸

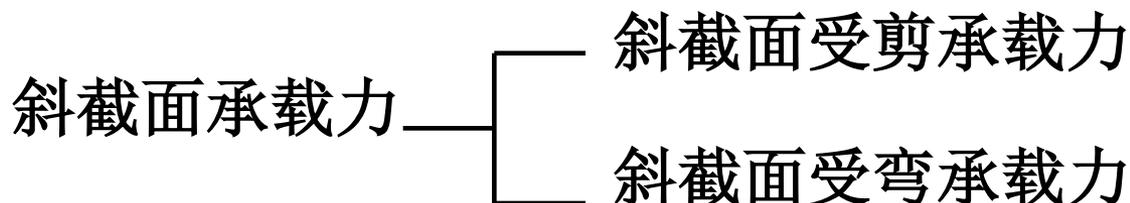
计算剪力设计值

验算截面尺寸是否满足要求

验算是否需计算配置箍筋

配置箍筋，验算配箍率

4.5 保证斜截面受剪承载力的构造措施



斜截面受弯承载力 ————

斜截面上纵向受拉箍筋、弯起钢筋、箍筋等在斜截面破坏时，各自所提供的拉力对受压区的力矩之和。

斜截面受剪承载力是不进行计算的，而是通过梁内纵向钢筋的弯起、截断、锚固及箍筋的间距等构造措施来保证的。

4.5 保证斜截面受剪承载力的构造措施

4.5.1 正截面受弯承载力图

弯矩图

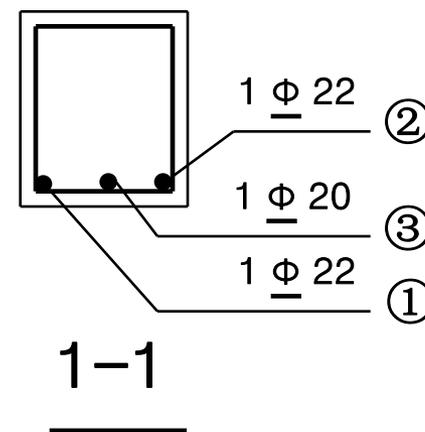
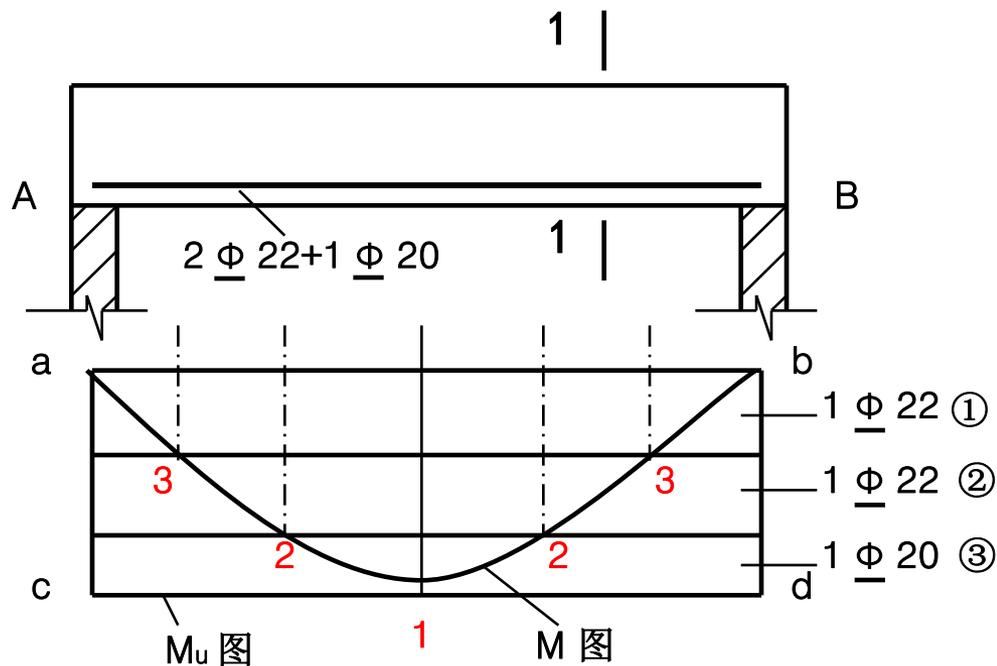
由荷载对梁的各个正截面产生的弯矩设计值 M 所绘制的图形

正截面受弯承载力图
(材料图)

由钢筋和混凝土共同工作，对梁各个正截面产生的受弯承载力设计值 M_u 所绘制的图形

4.5 保证斜截面受剪承载力的构造措施

4.5.1 正截面受弯承载力图

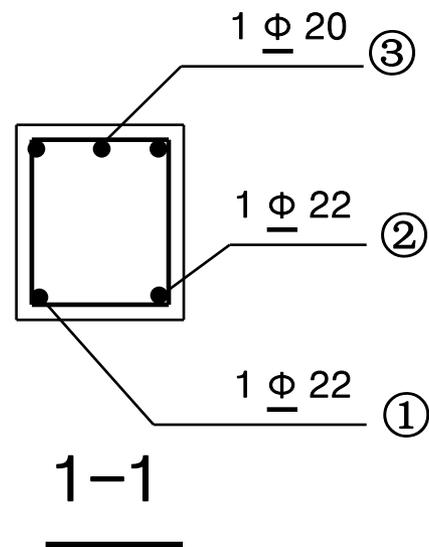
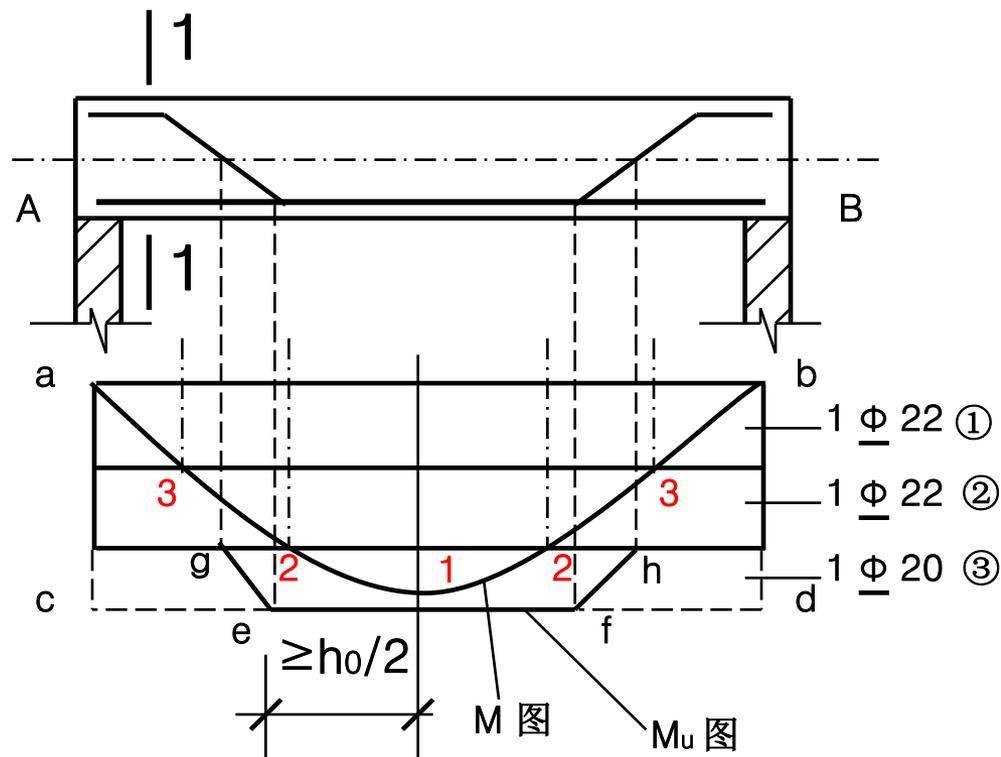


$$M_{ui} = M_u A_{si} / A_s$$

$$M_u = A_s f_y [h_0 - f_y A_s / (2\alpha_1 f_c b)]$$

4.5 保证斜截面受剪承载力的构造措施

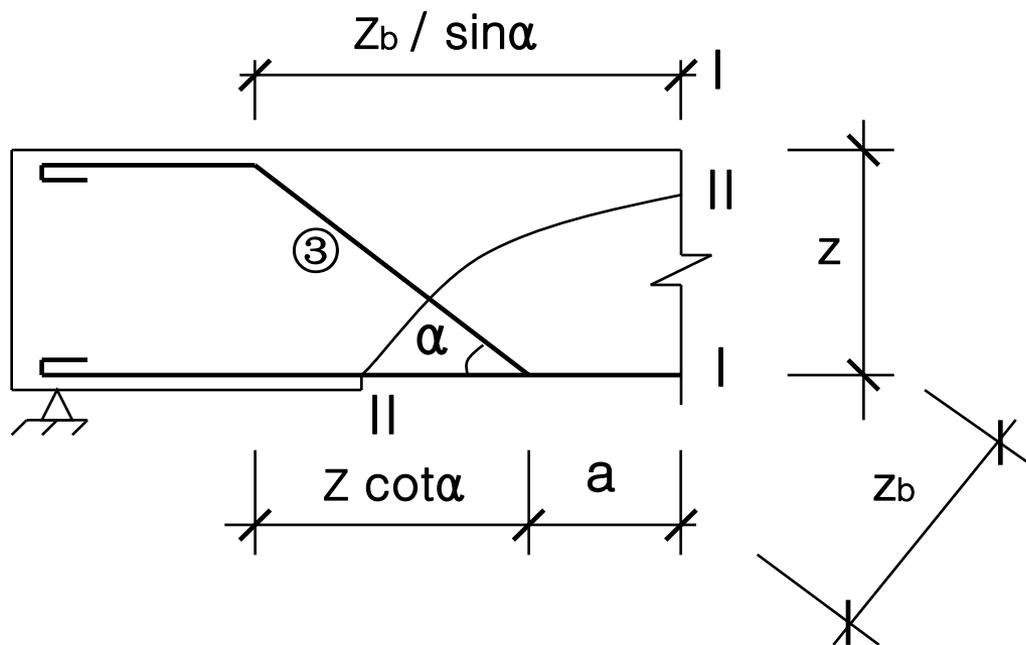
4.5.1 正截面受弯承载力图



4.5 保证斜截面受剪承载力的构造措施

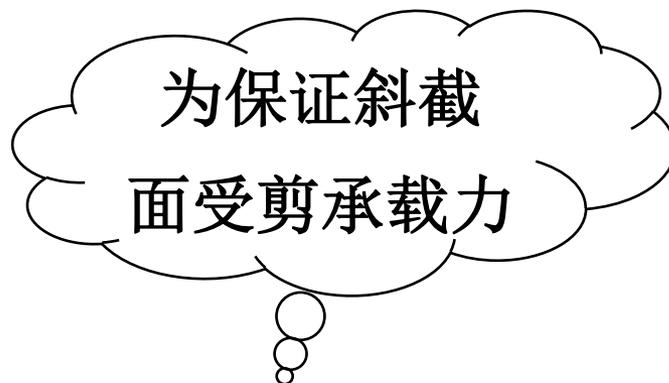
4.5.2 纵筋的弯起

1. 弯起点的位置



$$M_{uI} = f_y A_{sb} Z$$

$$M_{uII} = f_y A_{sb} Z_b$$



$$M_{uI} = M_{uII}, Z = Z_b$$

$$Z_b / \sin \alpha = Z \cot \alpha + a$$

$$Z = 0.9h_0, \alpha = 45^\circ \text{ 或 } 60^\circ$$

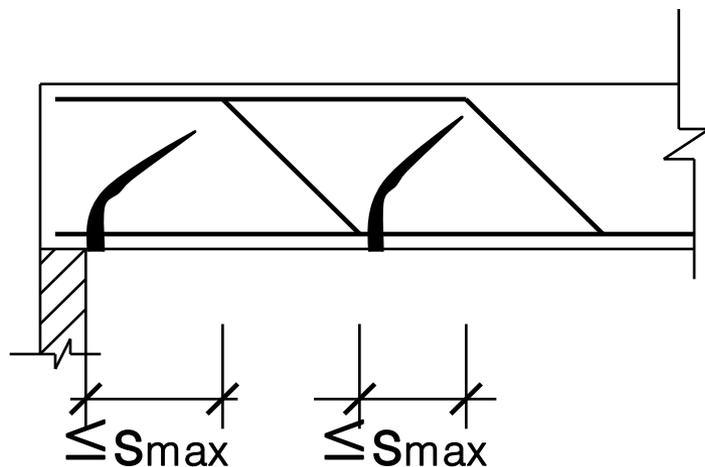
$$a = (0.373 \sim 0.52)h_0$$

$$\text{取 } a \geq 0.5h_0$$

4.5 保证斜截面受剪承载力的构造措施

4.5.2 纵筋的弯起

2. 弯终点的位置



弯起钢筋的弯终点到支座边缘或到前一排弯起钢筋弯起点之间的距离，都不应大于钢筋的最大间距

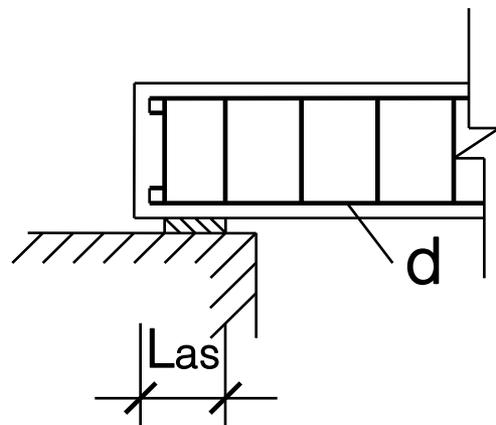
4.5 保证斜截面受剪承载力的构造措施

4.5.3 纵筋的锚固

钢筋混凝土梁简支端的下部受拉钢筋伸入支座范围内的锚固长度 L_{as}

当 $V \leq 0.7f_t b h_0$ 时, $L_{as} \geq 5d$

当 $V > 0.7f_t b h_0$ 时 ———— $\left\{ \begin{array}{l} \text{带肋钢筋 } L_{as} \geq 12d \\ \text{光面钢筋 } L_{as} \geq 15d \end{array} \right.$



L_{as} 不满足上述要求时, 加焊横向钢筋、锚固钢板或将钢筋端部焊接在预埋件上。

4.5 保证斜截面受剪承载力的构造措施

4.5.4 纵筋的截断



4.5 保证斜截面受剪承载力的构造措施

4.5.5 箍筋间距

梁中箍筋的最大间距 (mm)

梁高 h	$V > 0.7f_t b h_0$	$V \leq 0.7f_t b h_0$
$150 < h \leq 300$	150	200
$300 < h \leq 500$	200	300
$500 < h \leq 800$	250	350
$h > 800$	300	400

4.6 梁、板内钢筋的其他构造要求

4.6.1 纵向受力钢筋

1. 锚固 — $\left\{ \begin{array}{l} \text{纵向受拉钢筋的锚固长度} \geq 0.7L_a, \text{ 且} \geq 250\text{mm} \\ \text{下部纵向受力钢筋在支座上的锚固长度} L_{as} \geq 5d \end{array} \right.$

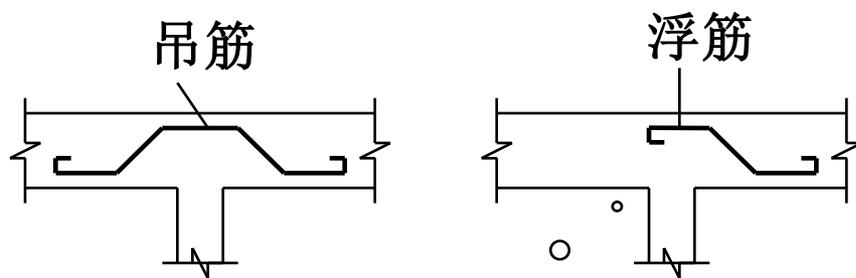
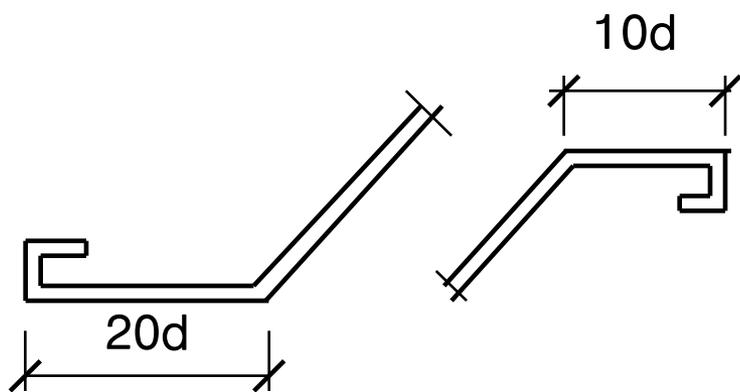
2. 钢筋的连接 — $\left\{ \begin{array}{l} \text{绑扎搭接} \left\{ \begin{array}{l} \text{受拉钢筋的搭接} \\ \text{受压钢筋的搭接} \end{array} \right. \\ \text{机械连接或焊接} \end{array} \right.$

4.6 梁、板内钢筋的其他构造要求

4.6.2 弯起钢筋

弯起钢筋端部的锚固长度 — 在受拉区应 $\geq 20d$
在压拉区应 $\geq 10d$

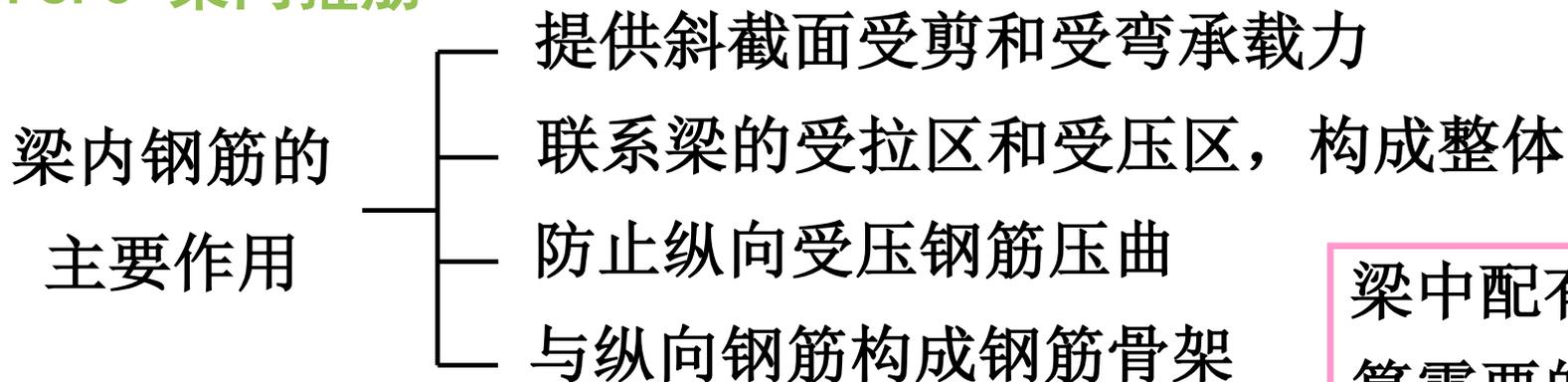
位于梁底或梁顶的角部钢筋及梁截面两侧的钢筋不宜弯起



不允许采用

4.6 梁、板内钢筋的其他构造要求

4.6.3 梁内箍筋



梁中配有计算需要的纵向受压钢筋时，直径还应 $\geq d/4$

梁高 $> 300\text{mm}$ ，全长设置钢筋；梁高为 $150 \sim 300\text{mm}$ ，仅在端部 $1/4$ 处设箍筋；梁高 $< 150\text{mm}$ ，可不设箍筋。

4.6 梁、板内钢筋的其他构造要求

4.6.4 架立钢筋及纵向构造钢筋

